

I. Ueber die elektrischen Eigenschaften brennender Körper; von Peter Rieffs.

(§. 14 bis 19 einer am 22. Febr. 1844 in d. Acad. d. Wissensch. gelesenen Abhandlung: Ueber die Anordnung der Elektricität auf Leitern.)

1) Historische Notiz.

Schon bei dem ersten Studium der elektrischen Erscheinungen, am Ende des 16. Jahrhunderts, wurde eine eigenthümliche elektrische Wirkung der brennenden Körper bemerkt. Gilbert ¹⁾ entdeckte, daß elektrisirte Körper Flammen und brennende Stoffe nicht anziehen und eine auf einem Stifte bewegliche Nadel unbewegt lassen, wenn diese in der Nähe einer Kerzenflamme oder irgend eines brennenden Stoffes steht.

Kircher giebt diese Erfahrung mit einiger Ausschmückung wieder. Es ist gewiß, sagt derselbe ²⁾, daß elektrisirte Körper, dem Feuer, brennenden Kohlen oder der Sonnengluth ausgesetzt, ihre Wirkung einstellen, gleichsam als ob diese die geschworenen Feinde ihrer Kraft wären.

In den 1667 erschienenen Abhandlungen der *accademia del Cimento* findet sich die merkwürdige Eigenschaft der Flamme, die Elektricität eines genäherten Körpers zu zerstören, durch einen schlagenden Versuch bestätigt. Führt man, heißt es dort ³⁾, ein geriebenes

1) Gilberti tractatus de magnet. Lond. 1600. lib. II cap. II. — ed. poster. * Sedini 1628. p. 61. (Der Asterisk * zeigt hier und in der Folge die von mir benutzte Ausgabe an.)

2) Kircheri, *Magnes sive de arte magnetica*. Romae 1641. lib. 3. pars 3 cap. 3. — ed. post. * Romae 1654. p. 454.

3) *Saggi di naturali esperienze fatte nell' accademia del Cimento*. Firenze 1667. — ed. post. * Napoli 1701. p. 229.

Stück Bernstein um eine Flamme herum, so zerstört dieselbe seine anziehende Kraft, und man muß es auf's Neue reiben, damit es anziehe. Hat ein Bernsteinstück einen Brocken angezogen, so fällt derselbe bei Annäherung an die Flamme sogleich ab.

Im Zusammenhange hiermit steht ein Versuch, den Otto v. Guericke einige Jahre später ¹⁾ ohne Erläuterung mitgetheilt hat. Eine Flaumfeder, durch eine geriebene Schwefelkugel elektrisirt, wurde von der Kugel erst wieder angezogen, nachdem sie einen fremden Körper berührt hatte. Trieb man aber die Feder durch die Kugel gegen eine brennende Kerze, so wurde sie von der Kugel angezogen, nachdem sie der Flamme bis auf einige Zolle nahe gekommen war.

Du Fay ²⁾ behauptete 1733, eine isolirte Lichtflamme könne durch Annäherung einer geriebenen Glasröhre nicht elektrisirt werden, und schrieb dies dem Umstande zu, daß die Theile der Flamme beständig erneuert werden. Da ein glühendes Eisen oder eine glühende Kohle, in gleicher Weise behandelt, elektrisch wurden, so konnte der ausbleibende Erfolg an der Flamme der Hitze derselben nicht zugeschrieben werden.

Winkler beobachtete 1744 die Fortleitung der Elektrizität durch die Flamme ³⁾. Als eine isolirte brennende Kerze neben einer elektrisirten Glasröhre stand, wurde eine Blechröhre, die eine Elle davon entfernt war, elektrisch.

In der ersten Abhandlung, die von der hiesigen Academie gekrönt wurde (31. Mai 1745) führt Waitz an ⁴⁾,

1) *Experimenta nova Magdeburgica* *. Amstelod. 1672. p. 147.
In Gasp. Schott *technica curiosa* * 1664 findet sich der Versuch noch nicht.

2) *Histoire de l'Acad. d. Sciences, année* *. 1733. p. 84. — Amsterdam 1737 *. p. 117.

3) Gedanken von d. Elektr. Leipzig 1744. Waitz, Abhandl. von d. Elektr. *. Vorbericht, S. 28.

4) Waitz Abhandl. von d. Elektrizität *. Berlin 1745. S. 52.

dafs eine Lichtflamme oder glühende Kohle, unter eine elektrisirte Eisenstange gestellt, dieselbe unelektrisch mache. Eine Blechröhre verlor ihre Elektricität sogleich, als eine Lichtflamme in zwei Fussen Entfernung unter derselben stand. Durch folgenden Versuch wurde die Eigenschaft der Flamme aufgezeigt, die einem elektrisirten Körper entzogene Elektricität einem nahestehenden Leiter abzugeben. Auf jedes Ende einer langen isolirten Holzlatte wurde eine brennende Kerze gestellt und über jede Kerze eine Eisenstange an seidenen Schnüren aufgehängt; bei dem Elektrisiren der einen Eisenstange fand sich die andere elektrisch, ein Erfolg, der sogleich ausblieb, als eine der beiden Kerzen ausgelöscht worden war.

Aehnliche Erfahrungen wurden kurz darauf in Frankreich und England bekannt gemacht. Du Tour schrieb am 21. August 1745 dem Abt Nollet, dafs er die elektricitätzerstörende Kraft der Flamme entdeckt habe ¹⁾, Miles erkannte die Leitungsfähigkeit des Rauches und der Flamme ²⁾; Watson berichtete am 30. October 1746 der *royal Society*, dafs eine auf dem Isolirstuhl stehende Person Elektricität, die sie empfangen hatte, einer anderen gleichfalls isolirten Person mittheilte, wenn sich eine Rauchsäule oder Flamme zwischen ihnen befand ³⁾.

Neue Thatsachen wurden erst in den folgenden Jahren gefunden. Franklin liefs 1747 den Rauch von schmelzendem Harze gegen einen elektrisirten Körper strömen, und fand, dafs er nicht leite ⁴⁾. Jallabert ⁵⁾

1) Priestley, Geschichte der Elektricität, deutsch von Krünitz *. S. 53.

2) v. Humboldt, Gerüste Muskel und Nervenfasern *. Bd. I S. 438.

3) Priestley, Geschichte *. S. 52.

4) *Experiments and observations*. 5th ed. * 1774. p. 6.

5) *Recherches sur l'électr.* Par. 1749. *Mém. de mathém. présentés à l'Acad.* * 1755. T. II p. 251.

befestigte einen ~~Docht~~ an den Dochte einer isolirten Kerze, die unter eine elektrisirte Eisenstange gestellt wurde. Der Draht wurde elektrisch, wenn die Kerze angezündet worden war.

Nollet ¹⁾ hielt eine funkensprühende Eisenstange 5 bis 6 Zolle von einer geriebenen Glasröhre entfernt, diese hatte in 3 Secunden ihre Elektricität verloren, während sie noch nach 5 Minuten elektrisch war, wenn die Stange nur dunkelroth glühte. In den Focus eines gegen die Sonne gerichteten Brennspiegels von 2 Fussen Oeffnung gehalten, behielt die Glasröhre ihre Elektricität.

Eine grössere Reihe von Versuchen stellte Priestley im Jahre 1766 an ²⁾. Eine geladene Leydener Flasche verlor ihre Elektricität, als sie 2 bis 3 Zolle über oder unter eine Lichtflamme gehalten wurde; eine glühende Feuerschaufel entlud die Flasche erst in viel kleinerer Entfernung, und ein glühender Glasstab entlud sie nicht, selbst wenn er derselben fast bis zur Berührung genähert war. Der Schließungsbogen einer elektrischen Batterie wurde durch einen Zwischenraum unterbrochen, der nach Belieben verändert werden konnte. Als dieser Raum 3 Zoll betrug und sich in derselben eine Kerzenflamme befand, schlug die Batterie los; als ein glühendes Eisen in den Zwischenraum gebracht war, mußte derselbe, um die Entladung der Batterie zu veranlassen, bis $1\frac{1}{2}$ Zoll verengt werden; bei Anwendung einer glühenden Glasstange endlich durfte der Zwischenraum nur so groß seyn, daß die Enden des Schließungsbogens das Glas beinahe berührten. Um die Leitung der Elektricität durch Rauch und Dampf zu untersuchen, nahm Priestley die Unterbrechung des Schließungsbogens nur wenig größer, als zur Entladung der Batterie durch Luft hindurch nöthig war. Wasserdampf, aus dem Schnabel ei-

1) Nollet, *recherches sur la cause de l'électricité* *. 1753. p. 216.

2) Priestley, *history of electricity* *. 1767. p. 612.

nes siedenden Kessels in den Raum strömend, brachte die Entladung nicht zuwege, eben so wenig Rauch von schmelzendem Harze, oder der Rauch einer ausgeblasenen Kerze. Als aber der noch glimmende Docht der letzteren in den Raum gebracht wurde, fand die Entladung der Batterie statt, und die Kerze wurde durch dieselbe entzündet.

In den vorgetragenen Versuchen ist eine wichtige Seite der Erscheinung unbeachtet geblieben. Während die Flamme nämlich die Elektrizität eines genäherten Körpers zerstört, wird sie selbst mit Elektrizität derselben Art geladen, die jener besitzt. Die Untersuchung der Elektrizität der Flamme unter diesen Umständen gewährt daher eine Kenntniss der Elektrizität des genäherten Körpers, und zwar oft noch in dem Falle, wo die directe Untersuchung derselben nicht möglich ist. Man halte zum Beispiel eine geriebene Harzfläche in einer solchen Entfernung über ein Elektroskop, dass dasselbe nicht afficirt wird; versieht man den Zuleiter des Elektroskops mit einer Flamme oder einem glimmenden Körper, so zeigt das Instrument sogleich Harz-Elektrizität an. Der brennende Körper giebt daher ein Mittel ab, die Empfindlichkeit eines Elektroskops außerordentlich zu erhöhen. Diese höchst wichtige Anwendung der brennenden Körper ist im Jahre 1787 von Bennet ¹⁾ und Volta ²⁾ gemacht, und zur Erforschung der atmosphärischen Elektrizität und der Elektrizität bei Verdampfung benutzt worden.

Alexander von Humboldt ³⁾ hat die elektri-

1) *Philosophical transactions* f. 1787 *. p. 288. (Die Abhandlung ist am 10. Mai d. Jahres gelesen.)

2) Volta, *Meteorologische Briefe*; deutsch (v. Schäffer) *. 1793. S. 85 folg. (Der bezügliche Brief ist im Juli 1787 an Lichtenberg geschrieben.) S. 137.

3) v. Humboldt, *Versuche über d. gereizte Muskel und Nervenfaser* *. 1797. Bd. 1 S. 440.

sche Wirkung verschiedener Flammen untersucht, und dieselbe bei der Flamme von Oeldocht, Wachslicht, Schwefel, Wasserstoff und Phosphor gleich gefunden.

Bonnycastle ¹⁾ fand, daß die Schwefelflamme nur dann wirkt, wenn sie sehr intensiv, fast weiß erscheint, nicht aber wenn sie blau und auf eine kleine Stelle des Schwefels beschränkt bleibt.

Von den versuchten Erklärungen dieser Erscheinungen nehme ich die vorweg, welche eigens dazu erfundene Ursachen annehmen. Waitz stellte die Meinung auf, daß die elektrische Materie sehr wenig von der Feuermaterie verschieden sey. Bonnycastle nahm an, daß die Flamme der Elektrizität, welche durch sie hindurchgehe, eine strahlende Kraft verleihe. Petrina hat in neuester Zeit gemuthmaßt ²⁾, daß der zur Flamme hinzuströmende Sauerstoff nur bei einem bestimmten elektrischen Zustande eine chemische Verbindung eingehe, und diesen Zustand bis auf eine beträchtliche Entfernung von der Verbindungsstelle annehme und behaupte.

Bei weitem die Mehrzahl der Physiker hat angenommen, daß die Flamme in den beschriebenen elektrischen Erscheinungen nur secundär wirkt, und daß die unmittelbare Ursache derselben der Luft- und Dampfstrom ist, den die Hitze der Flamme erzeugt. Schon du Tour leitete 1747 die Wirkung der Flamme von den aus ihr ausströmenden flüchtigen Theilen her, welche sich mit der Elektrizität eines genäherten Körpers laden und dieselbe fortführen ³⁾. Aber der Beweis, den er dadurch zu geben glaubte, daß er die Flamme durch Papier- und Glasschirme von dem elektrisirten Körper trennte und so ihre Wirkung aufhob, ist nicht genügend.

1) *Quarterly Journal*, 1829. Schweigger's Jahrbuch d. Chemie *. Bd. LVIII S. 194.

2) Poggendorff's Ann. der Physik u. Chemie *. Bd. LVI S. 463.

3) *Mémoires présentés à l'Acad. d. Sciences* *. T. I p. 345.

Auch in einer folgenden Abhandlung ¹⁾ ist der Verfasser nicht glücklicher; es wird nur der Fall berücksichtigt, in welchem die Flamme auf einen vertical über ihr stehenden Körper wirkt, und es wird gezeigt, daß ein Wasserstrahl, der die Stelle des Dampfstroms einnimmt, gleiche Wirkung mit demselben äußert. Der Versuch, in welchem die Rauchsäule einer ausgelöschten Kerze eben so wie die Flamme wirkt, ist in Bezug auf die angeführte Behauptung nicht schlagend, da die Wirkung des Rauches an die Bedingung geknüpft ist, daß der Docht der Kerze fortglühe.

Die aufgestellte Erklärung wird besser unterstützt durch die oben angeführten Versuche Priestley's, aus welchen hervorgeht, daß die Luft rings um einen brennenden, nicht bloß unverändert glühenden, Körper leitend wird, und daher die Entladung einer Batterie durch einen Raum hindurch vermittelt, in welchem dieselbe nicht stattfindet, wenn er nur mit gewöhnlicher Luft erfüllt ist.

Volta hat die Wirkung der Flamme mit der ihm eigenthümlichen Ausführlichkeit behandelt, und ihr einen großen Theil seiner meteorologischen Briefe gewidmet. Derselbe geht bei der Erklärung dieser Erscheinung von der Wirkung einer metallischen Spitze aus, die, einem stark elektrisirten Körper genähert, seine Elektricität eben so wie die Flamme raubt, und elektrisch wird. Hier sey es der an der Spitze durch die Elektricität selbst hervorgebrachte Luftstrom, der die Spitze in gleicher Zeit mit viel mehr Lufttheilchen in Berührung bringe, als bei ruhiger Luft, und sie veranlasse, in kurzer Zeit die Elektricität des genäherten Körpers anzunehmen, oder ihm die ihrige abzugeben. In dem Falle, daß die Elektricität des genäherten Körpers zu schwach, oder die Entfernung der Spitze von ihm zu groß sey, bleibe der elektrische Wind und damit auch die Wirkung der Spitze

1) *Mémoires présentés à l'Acad. d. Sciences* *, T. II p. 246.

aus. Alsdann erhalte die Spitze von dem dargebotenen Körper nur Elektricität durch Influenz (zufällige wird sie hier genannt) die bei Entfernung des Körpers wieder verschwindet ¹⁾). Was nun bei der Spitze im günstigen Falle durch den elektrischen Wind bewirkt wird, das geschehe bei der Flamme in allen Fällen durch den fortwährend aufsteigenden heftigen Luftstrom, dessen Wirkung aber noch durch einen andern Umstand unterstützt werde.

Es ist hier zuvörderst zu bemerken, daß unsere jetzigen Erfahrungen dieser Erklärung der Wirkung von Spitze und Flamme durchaus widersprechen. Der elektrische Wind ist nicht Ursache, sondern Folge der starken Elektrisirung einer Spitze, und der stärkste Luftstrom, der durch einen Blasebalg gegen einen elektrisirten Körper getrieben wird, vermag nicht diesem die Elektricität früher zu rauben, als es dieselbe Luft ruhend gethan haben würde.

Der andere Umstand, fährt Volta fort, der die Wirkung der Flamme hervorbringt, ist, daß die Luft durch die Verdünnung und durch die Hitze leitend wird, und die heiße dünne Luft viel leichter Elektricität aufnimmt und abgibt, als die kalte. Von der Stelle der Flamme erstreckt sich daher ein leitender Raum, der eine viel größere Ausdehnung hat, als der sichtbare Theil der Flamme selbst. Diefs wird dadurch bewiesen, daß die Flamme in eine Laterne eingeschlossen werden kann, ohne ihre Wirkung ganz zu verlieren, wenn nur für hinreichenden Luftzug in derselben gesorgt ist.

Der letzte Erklärungsgrund fällt mit dem von Priestley gegebenen zusammen, nur daß dieser den leitenden Raum mit Ausflüssen der Flamme erfüllt denkt, während Volta hauptsächlich der heißen Luft die Leitungsfähigkeit zuschreibt. Diese Annahme hat sich aber nicht be-

1) Meteorologische Briefe etc. S. 151 folgd.

währt. Read ¹⁾ brachte ein Paar geladene elektroskopische Pendel in einen heißen Backofen; obgleich die Hitze so stark war, daß das eine Pendel zerstört wurde, fand sich das andere nach dem Herausnehmen noch elektrisch. Dieser Versuch ist von Erman ²⁾ in einem stark ziehenden Windofen mit gleichem Erfolge wiederholt worden.

A. von Humboldt ³⁾ hat die Wirkung der Flamme der Leitungsfähigkeit ihrer Ausströmungen insgesamt zugeschrieben, die je nach der Natur der Flamme aus verkohlten mechanisch fortgerissenen Theilen des brennenden Körpers, aus Wasserdampf, Kohlensäure, Oeldampf, unvollkommener Schwefelsäure, Phosphorsäure und zusammengesetzteren Säuren bestehen, die in einer luftverdünnten, an Sauerstoff armen Atmosphäre eingehüllt sind.

2) Die Flamme wirkt durch Dampfspitzen.

Alle bisherigen, durch Versuche unterstützten Erklärungen der elektrischen Flammenwirkung gehen darauf hinaus, zwischen der Flamme und dem ihr nahestehenden elektrisirten Körper eine unsichtbare leitende Verbindung anzunehmen, durch die eine wirkliche Mittheilung von Elektrizität stattfindet. Aber hiermit sind nur wenige ganz specielle Versuche zu erklären, und die wichtigsten Wirkungen der Flamme bleiben gänzlich räthselhaft. Ich stellte bei heiterem Himmel ein Elektroskop auf freiem Felde auf, und versah es mit einem 2 Fuß langen Zuleiter. Während einer Stunde war keine Divergenz im Elektroskope merkbar, die augenblicklich ein-

1) *Summary view of the electricity of the earth.* Lond. 1793. Saxtorph, *Elektricitätslehre*; deutsch von Fangel *. 1803. Th. I S. 222.

2) *Abhandlungen der Academie der Wissenschaften.* Berlin 1819 *. 11. Seite d. Abhandl.

3) *Versuche über d. gereizte Muskel und Nervenfasern* *. Th. I S. 439.

trat, als der Zuleiter abgenommen und eine Weingeistflamme oder ein Stück glimmenden Zündschwammes an dem Knopfe des Instruments angebracht war. Es ist nicht einzusehen, wie der Dampf der Flamme und des Schwammes in einem Augenblicke mit mehr elektrisirten Lufttheilchen in Berührung komme als der fußlange Zuleiter in einer Stunde. — Eine isolirte horizontale Metallscheibe wurde in 8 Zoll Entfernung über einer Weingeistflamme befestigt, die in einer Metalllampe brannte, und mit einem Bennet'schen Goldblattelektroskope in Verbindung gesetzt. Als die Lampe elektrisirt war, zeigte das Elektroskop 3 Linien Divergenz, während ein anderes mit der Lampe verbundenes Elektroskop schnell auf 2 Linien Divergenz sank. Wurde die Metallscheibe elektrisirt, so stieg das Elektroskop der Lampe auf 4 Linien, und sank dann, während das Elektroskop der Scheibe schnell bis 5 Linien sank und dann zusammenfiel. Bei jedem Versuche aber fielen *beide* Elektroskope sogleich zusammen, wenn eins derselben ableitend berührt wurde. Hier ist eine dampfförmige Verbindung zwischen Lampe und Metallscheibe deutlich. Aber der Versuch ist noch in einer andern Weise anzustellen. Es wurde neben einer mit Weingeist gefüllten Metalllampe von 8 Linien Höhe eine Kupferscheibe (3" 11" Durchmesser) an einem Schellackstiele vertical angebracht, so dafs die Verbindungslinie der Dochtspitze mit der Mitte der Scheibe normal gegen die Ebene der Scheibe und horizontal lag, und ungefähr $3\frac{3}{4}$ Zoll mafs. Um die Lampe war ein Cylindermantel aus Kupferblech, 13 Lin. hoch, 9 Lin. breit, gelegt, und die Kupferscheibe mit einem Elektroskope verbunden, dessen Goldblätter ungefähr 1 Zoll lang waren. Dieser Apparat ist in Fig. 10 Taf. IV abgebildet. Als die Lampe angezündet und durch Berührung mit dem Pole einer trocknen Säule elektrisirt war, zeigte das Elektroskop sogleich 3 Linien Divergenz, und diese sank auf $2\frac{1}{2}$ Lin., als die Lampe durch einen Draht mit den Gas-

röhren des Hauses verbunden wurde. Aber diese Divergenz wurde durch die Flamme nicht merklich gestört und betrug nach 2 Minuten noch 2 volle Lin. Als die Kupferscheibe elektrisirt worden war und die Lampe wiederum eine vollkommene Ableitung erhalten hatte, sank das Elektroskop langsam zusammen, blieb aber bei 3 Lin. Divergenz stehen, und zeigte noch nach zwei Minuten eine Divergenz von $2\frac{1}{2}$ Linien. War die Lampe nicht angezündet, so sank das Elektroskop nach Berührung mit einem Pole der trocknen Säule in zwei Minuten von 13 auf 12 Linien. Ich habe diese Versuche häufig wiederholt, und immer mit demselben Erfolge. Sie widersprechen der schon an sich unwahrscheinlichen Annahme, daß die ganze, zwischen der Flamme und der gänzlich gegen sie gedeckten Kupferscheibe befindliche Luftschicht von der kaum 4 Linien hohen Flamme im Augenblicke mit leitendem Dampfe angefüllt worden sey. An dem einen Ende dieser Luftstrecke befindet sich die Flamme, an dem andern das Elektroskop, aber die Elektrisirung des letzteren wird nicht aufgehoben durch vollkommene Ableitung der Flamme, wie es doch der Fall seyn müßte, wenn jene Strecke auch nur mit einem Halbleiter erfüllt wäre. Daß die Flamme die Elektrizität des Elektroskops bis auf einen gewissen Grad vermindert, und ihm nur Elektrizität von gewisser Stärke zuführt, steht ganz im Einklange mit der folgenden Erklärung der Flammenwirkung, die sich als die wahrscheinlichste ergibt, und durch später aufgeführte Versuche unterstützt wird.

Von der Flamme strömt fortwährend ein dichter Dampfstrom aus, der sich als zusammenhängende Schicht in die Luft erhebt. Aber er behält diese Form nur bis zu einer geringen Höhe. Indem die Luft von allen Seiten in den Dampf eindringt, und dieser, durch die Glühhitze zersetzt, sich mit Theilen der Luft verbindet, wird die continuirliche Masse vielfach eingeschnitten und zerrissen, und es bleiben von ihr nur Fäden übrig, die sich

mehr und mehr verdünnen, und in die Luft zerstreuen. Von der die Elektrizität leitenden Dampfmasse in und über der Flamme gehen hiernach leitende Fäden aus, die von einander durch die gebildeten nichtleitenden Gasarten und durch heisse Luft getrennt sind, und nothwendig in Zacken und Spitzen verlaufen. Diefs vorausgesetzt, haben wir die Flamme zu betrachten als einen guten Elektrizitätsleiter, der mit einer Menge, nach allen Seiten in die Luft hinausragender Spitzen versehen ist, und zwar mit solchen, die an Vollkommenheit alle in der Natur vorkommende Spitzen übertreffen. Ueberträgt man auf diesen Leiter die Erfahrungen, die an unvollkommenen Spitzen gemacht worden sind, so ergeben sich, nach den sonst bekannten Eigenschaften der Elektrizität, die elektrischen Wirkungen der Flamme mit Leichtigkeit. Ich lasse die Ableitung der complicirteren Fälle hier folgen.

Von einem mit Spitzen versehenen Leiter strömt eine desto grössere Menge der ihm mitgetheilten Elektrizität aus, je vollkommener seine Spitzen sind; von der Flamme entfernt sich auch die geringste Menge Elektrizität. An einer Spitze ist die elektrische Dichtigkeit um vieles grösser, als an jeder andern Stelle des Leiters; es läßt sich zeigen, dafs an den Dampfspitzen der Flamme die Dichtigkeit der Elektrizität sehr gross sey. Nähert man nämlich der elektrisirten Flamme einen nicht elektrisirten Leiter, aber nur so weit, dafs derselbe von den Dampfäden nicht erreicht wird, so wird der Leiter durch Influenz elektrisirt, und zwar erhalten seine der Flamme nächsten Punkte Elektrizität entgegengesetzter Art (in Bezug auf die der Flamme mitgetheilte Elektrizitätsart, ich werde sie Influenzelektrizität *erster* Art nennen). Die elektrische Dichtigkeit dieser nächsten Punkte hängt ab von der Entfernung derselben von den Dampfspitzen und von der elektrischen Dichtigkeit der letzteren. Aber auch bei grosser Entfernung sind diese Punkte so stark elek-

trisch, daß die daselbst angehäuften Elektricität den Leiter verläßt, der daher die Influenzelektricität *zweiter* Art zurückbehält, die mit der Elektricität der Dampfspitze gleichartig ist. Dieser zusammengesetzte Erfolg läßt es so erscheinen, als ob die der Flamme mitgetheilte Elektricität auf den genäherten Leiter wirklich übergegangen sey. — Nähert man einen elektrisirten Leiter einer Flamme, so werden die Dampfspitzen der letzteren durch Influenz elektrisch, aber die erhaltene Elektricität strömt von ihnen fortwährend aus, und der Flamme bleibt die Influenzelektricität *zweiter* Art, die mit der gleichnamig ist, die der genäherte Leiter besitzt. Zugleich aber wirken die elektrisirten Dampfspitzen wie in dem vorigen Falle, und der Erfolg dieser Wirkung ist so, als ob die Elektricität der Spitzen zu der des genäherten Leiters übergegangen wäre. Da diese beiden Elektricitäten ungleichnamig sind, so verliert der genäherte Körper seine Elektricität fortwährend. Aber dieser Verlust ist nicht unbegrenzt. Da nämlich die Stärke der Elektrisirung der Dampfspitzen abhängt von der elektrischen Dichtigkeit des genäherten Körpers, so muß, wenn diese unter eine gewisse Gränze gesunken ist, die Wirkung der Spitzen aufhören. Die Flamme entzieht einem genäherten Körper daher nur einen Theil seiner Elektricität, so lange ihre Dampfspitzen ihn nicht wirklich erreichen, sondern nur durch Influenz auf ihn wirken. Es würde ermüdend seyn, die Erscheinungen der Flamme weiter zu verfolgen, und auch überflüssig, da sie sich alle in derselben Weise ohne Schwierigkeit ableiten lassen.

Wird eine Metallspitze mit einer leitenden, an einer Seite offenen Hülle umgeben, so sinkt ihre elektrische Dichtigkeit, und kann durch die Dimensionen der gewählten Hülle ganz auf Null gebracht werden. Eine feine, $3\frac{1}{2}$ Lin. lange Nadelspitze auf einer Metallscheibe wurde mit einen 13 Lin. hohen, 9 Lin. weiten Cylindermantel umgeben. Auch bei stärkster Elektrisirung der

Scheibe blieb die Spitze unelektrisch, und wirkte daher nicht auf einen genäherten Leiter. Sucht man die Wirkung der Dampfspitzen einer Flamme in gleicher Weise aufzuheben, so gelingt dies nicht. Als ich den in Fig. 10 Taf. IV dargestellten Versuch mit der Abänderung wiederholte, daß die Weingeistflamme in einer 27 Lin. hohen, $9\frac{1}{4}$ Lin. weiten Blechröhre brannte und Elektrizität erhielt, so wurde die verticalstehende Platte dennoch elektrisch, obgleich viel schwächer als früher. Der Grund hiervon ist einleuchtend. Die Röhre hält den aufsteigenden Dampfstrom zusammen, an der Mündung derselben bilden sich Dampfspitzen, die auf die verticale Platte in eben der Weise, wie früher, nur aus größerer Entfernung wirken. Die in der Blechröhre brennende Flamme verliert ihre Elektrizität eben so vollkommen, wie die frei brennende, und ein über der Röhre angebrachter Leiter wird eben so elektrisch, als wenn dieselbe entfernt worden ist. Diese Versuche, deren Resultat vor auszusehen war, erhalten einige Wichtigkeit durch die Erfahrungen, die in dem Folgenden mitgetheilt werden.

3) Elektrische Eigenschaft glimmender Körper.

Es sind nicht die mit Flamme brennenden Körper allein, welche die Eigenschaft der Spitzen in so ausgezeichnetem Grade besitzen, auch Körper, die nur glimmen, wie Feuerschwamm, Lunte, Räucherkerzen, wirken in derselben Weise. Hier wird die Wirkung nicht durch den Dampf bedingt, sondern durch die Spitzen, welche bei der Verbrennung an der Oberfläche des Körpers selbst entstehen. An der Stelle, wo die Masse, zum Beispiel der Kohle, verbrennt, entsteht eine Grube, deren Rand durch die gebildete Kohlensäure vor der Verbrennung geschützt bleibt. Wo mehrere solcher Gruben, die dicht an einander stehen, zusammentreffen, bleibt ein Höcker unverbrannter Masse stehen, daher eine ebene Fläche während der Verbrennung höckerig erscheint. In-

dem aber jeder Höcker, nachdem die heisse Kohlensäure in die Höhe gestiegen und ein neuer Zufluss von Sauerstoff erfolgt ist, von unten auf zu brennen anfängt, verschwindet er mehr und mehr, und es bleibt von ihm zuletzt nur eine (sogleich wieder zerstörte) Spitze stehen, die wir nach dem elektrischen Verhalten des brennenden Körpers als eine ziemlich vollkommene Spitze zu betrachten haben. Auf diese Spitzen nämlich sind die im Vorhergehenden für die Dampfspitzen angegebenen Folgerungen anwendbar, wenn wir berücksichtigen, daß die Dampfspitzen in der Luft ihre Stellung fortwährend ändern, die Kohlenspitzen hingegen an der Oberfläche des verbrennenden Körpers bleiben und daselbst stets durch neue ersetzt werden. Mit dieser Erklärung stehen alle elektrische Wirkungen eines glimmenden Körpers im Einklange, und es läßt sich von der Richtigkeit derselben ausserdem ein schlagender directer Beweis geben. Ist nämlich nicht die Gluth, nicht der aufsteigende Dampf, sondern die Spitze die Bedingung jener Wirkungen, so müssen sie sich in derselben Weise aufheben lassen, wie die Wirkung einer künstlich dargestellten Spitze (S. 557). Diefs gelingt in vollkommener Weise. Ich befestigte zwei horizontal liegende Kupferscheiben (3 Zoll 11 Linien Durchmesser) an Schellackstielen in einer Entfernung von $5\frac{1}{2}$ Zoll über einander, und verband die obere Scheibe mit einem Elektroskope, die untere mit dem Pole einer trocknen Säule, deren anderer Pol abgeleitet war (siehe Fig. 11 Taf. IV). Als ein Stück glimmenden Zündschwamms von 1 Zoll Länge auf die andere Scheibe gestellt wurde, divergirte das Elektroskop sogleich 5 bis 6 Lin., aber dieser Erfolg blieb vollständig aus, als der Schwamm von einem kupfernen Cylindermantel (13 Lin. hoch, 9 Lin. breit) umgeben war, obgleich der Rauch, wie früher, in einer dicken Säule gegen die obere Kupferscheibe schlug ¹⁾.

1) Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, daß bei jedem Versuche zuerst das Elektroskop ableitend zu berühren ist, da man sonst, wo

Bei dem Abnehmen der Hülle trat die Divergenz des Elektroskops wieder ein, und es konnte so der Schwamm abwechselnd wirksam und unwirksam gemacht werden. Auch die sogenannte einsaugende Kraft des glimmenden Schwammes ist in gleicher Weise aufzuheben. Die obere der beiden Kupferscheiben wurde mit der trocknen Säule, die untere mit dem Elektroskope verbunden und mit glimmendem Schwamme versehen. Lag dieser frei, so divergirte das Elektroskop sogleich, war er hingegen von dem Cylindermantel umgeben, so trat keine Spur von Divergenz ein. Endlich wurde noch die untere mit dem Elektroskope verbundene Scheibe durch momentane Berührung mit dem Pole der trocknen Säule elektrisirt, so dafs eine Divergenz von 13 Lin. erfolgte; brachte man glimmenden Schwamm auf die Scheibe, so verlor sich diese Divergenz sehr schnell, erhielt sich aber eine geraume Zeit, wenn der Kupfercylinder aufgesetzt war.

Aus allen diesen Versuchen geht deutlich hervor, dafs der Dampf des brennenden Schwammes die Elektrizität nicht leitet, und dafs die bemerkten elektrischen Wirkungen von den Spitzen herrühren, die auf dem Schwamme durch die Verbrennung entstehen. Die Versuche können mit gleichem Erfolge an Baumwollendocht angestellt werden, aber an Räucherkerzen geben sie nicht so reine Resultate, da der Rauch derselben, wenn die Verbrennung heftig ist, die Elektrizität in geringem Grade leitet. Um dem störenden Einflusse des Rauchs zu entgehen, liefs ich einen Zoll lange Kerzen verfertigen aus Kohlenpulver und einem wenig Salpeter, welche Stoffe mit Traganthschleim angerührt wurden. Diese Kerzen geben keinen Rauch, der vorhandene Dampf wurde dadurch unschädlich gemacht, dafs ich die Verbrennung

VON

man hier keine Divergenz erhalten sollte, eine solche erhält (höchstens von einer halben Linie), die der Influenz der Metallkörper zugehört, und auch ohne Anwendung des glimmenden Körpers eintritt.

von unten nach oben fortschreiten liefs. Die Kerze wurde nämlich an der oberen der beiden erwähnten 5 Zoll über einander stehenden Kupferscheiben befestigt, und ihre Spitze gegen die Mitte der unteren Scheibe gerichtet (siehe Fig. 12 Taf. IV). Jede der beiden Scheiben war isolirt mit einem Elektroskope verbunden; die obere Scheibe wurde elektrisirt, und der Stand der Elektroskope in Zwischenräumen von $\frac{1}{2}$ Minute beobachtet. Der Versuch gab folgende Werthe:

	verflossene Zeit.	oberes Elek- troskop mit Kerze.	unteres Elek- troskop.
Kerze frei brennend	0 Min.	12 Lin.	3 $\frac{1}{2}$ Lin.
	$\frac{1}{2}$	3	2 $\frac{1}{4}$
	1	1	2 $\frac{1}{4}$
		(entladen)	2 $\frac{1}{4}$
neue Kerze, von einem 13" hohen, 9" weiten Cy- lindermantel umgeben	0 Min.	12 $\frac{1}{2}$ Lin.	0 Lin.
	$\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	0
	1	10 $\frac{1}{2}$	0
	4	8 $\frac{1}{2}$	0

Während also die Kerze frei glimmend in einer Minute fast alle empfangene Elektricität verlor, hatte sie noch nach vier Minuten den grössten Theil derselben behalten, wenn sie von einer leitenden Hülle umgeben war. Im ersten Falle elektrisirte sie eine nahestehende Scheibe, und diese behielt ihre Elektricität, als die Kerze eine Ableitung erhielt, im zweiten Falle trat keine Elektrisirung der Scheibe ein. Diese Versuche wurden mit gleichem Erfolge öfter wiederholt; ich änderte sodann auch die Lage der Kohlenkerze, indem ich sie an eine vertical gestellte Scheibe horizontal befestigte und ihr in 5 Zoll Entfernung die zweite Scheibe gleichfalls vertical gegenüberstellte (Fig. 13 Taf. IV). Folgende sind die Resultate eines dem obigen ähnlichen Versuchs:

	verflossene Zeit.	Elektroskop 1 mit Kerze.	Elektros- kop 2.
Kerze frei	0 Min.	12 Lin.	
	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	2 Lin.
Kerze unter Cylinder-			
mantel	0 Min.	12 Lin.	
	$\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	0 Lin.
	1	10 $\frac{1}{2}$	0
	2	9	0

Auch hier spricht sich die Wirkung der Hülle unzweideutig aus. Die Elektrisirung des Elektroskops 2 ist nicht bedeutend, weil sie erst in einiger Zeit stattfindet, während welcher die momentan elektrisirte Kerze fortwährend Elektricität verliert. Wünscht man stärkere Elektricitätsanzeige, so hat man, falls man nicht eine stärkere Elektrisirung der Kohle anwenden will, dieselbe nur längere Zeit constant zu erhalten. Als die Kohlenkerze mit dem Pole der trocknen Säule verbunden blieb, stieg das Elektroskop 2 (der gegenüberstehenden Scheibe) in wenigen Secunden auf 5 Lin. Divergenz, erhielt aber in längster Zeit keine Divergenz, als die Kohle mit der Hülle umgeben war.

In den bisherigen Versuchen, die ich nur ihrer Wichtigkeit wegen in der Anordnung variirt habe, da sie wesentlich identisch sind, ist der Elektricitätsverlust einer glühenden Kohle und die Elektrisirung eines nahestehenden Leiters beobachtet worden; in dem folgenden Versuche, der mit der Anordnung, Fig. 13 Taf. IV, ausgeführt wurde, ist hingegen die Elektrisirung der Kohle und der Elektricitätsverlust des elektrisirten Leiters untersucht worden.

	verflossene Zeit.	Elektros- kop 2.	Elektroskop 1 mit Kerze.
Kerze frei	0 Min.	12 Lin.	
	$\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$ Lin.
	1	11	$3\frac{1}{2}$
	$1\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
	2	$10\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
	3	10	$3\frac{1}{2}$
		(entladen)	$3\frac{1}{2}$
Kerze unter Cylinder- mantel	0 Min.	12 Lin.	0 Lin.
	$\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	0
	1	—	0
	2	11	0
	3	$10\frac{1}{2}$	0
Kerze frei			3

Während die freibrennende Kohle zu $3\frac{1}{2}$ Lin. Divergenz elektrisirt wurde, blieb sie, mit der Hülle umgeben, völlig unelektrisch. Der Einfluß, den die Kohle auf den Elektricitätsverlust der nahestehenden Scheibe ausübte, ist nur gering, wie dies nicht anders erwartet werden konnte. Der Erfolg rührt nämlich davon her, daß eine bis $3\frac{1}{2}$ Lin. Divergenz elektrisirte Kohle in der angewandten Entfernung eine Scheibe nur schwach zu elektrisiren vermag, ein ähnlicher Fall wie der, welcher bei der Wirkung der Flamme erörtert worden ist. Beiläufig ist noch zu erwähnen, daß die letzten Versuche (wie alle früheren) die bisherige Meinung von dem Uebergange der Elektricität von dem elektrisirten Körper zu dem brennenden gänzlich zurückweisen, da der Elektricitätsverlust des ersteren wenig verschieden ausfällt, die entgegenstehende Kohle mag eine beträchtliche oder keine Elektrisirung von ihm erfahren.

Es sind noch einige Erfahrungen übrig, die als Zusätze zu dem Vorhergehenden hier vereinigt werden. Nicht jeder brennende Körper wirkt elektrisch durch

Dampfspitzen oder durch feste Spitzen, da hierzu noch die Bedingungen gefordert werden, daß der Dampf die Elektrizität leite oder der Stoff des Körpers die Spitzenbildung erlaube. Ein Beispiel hiervon giebt der Schwefel. Der Schwefeldampf und die schweflige Säure isoliren die Elektrizität, und da der Schwefel flüssig wird, ehe er verbrennt, so können sich an ihm keine Spitzen bilden. Der in Masse brennende Schwefel hat die elektrischen Eigenschaften der brennenden Körper nicht. Ich stellte zwei Kupferscheiben horizontal über einander und brachte auf die untere Scheibe eine mit Schwefel angefüllte Kupferschale von einem Quadratzoll Grundfläche. Als die ganze Schale mit flüssigem brennenden Schwefel erfüllt war, behielt die obere, in der Entfernung von 2 Zoll stehende Scheibe die ihr mitgetheilte Elektrizität vollkommen. Wurde aber mit einem Glasstabe ein Tropfen des brennenden Schwefels aus der Schale genommen, so entzog derselbe, selbst in einer Entfernung von 5 Zoll unter die Scheibe gehalten, derselben ihre Elektrizität völlig. Es konnte dies nur Folge des bei freiem Zutritte der Luft leitend gewordenen Dampfes seyn (durch Oxydirung desselben zu Schwefelsäure?), wie sich da durch zeigte, daß eine 3 Zoll lange Blechröhre, unter welcher die Schwefelflamme brannte, ihre Wirkung ungeändert liefs.

Ein anderes hieher gehöriges Beispiel giebt die Davy'sche Glühlampe. Dieselbe brennt ohne Flamme, aber der reichlich ausströmende Dampf leitet die Elektrizität sehr gut und wirkt vollkommen wie eine leitende Flamme. Es wurde eine Glühlampe, deren Platinspirale durch und durch hell glühte, auf eine horizontale Kupferscheibe gestellt, und ihr zur Seite eine Kupferscheibe vertical aufgerichtet, deren Ebene von der Spirale 2 Zoll 2 Lin. entfernt war (Fig. 10 Taf. IV). Die Lampe war mit einem kupfernen Cylindermantel umgeben. Theilte man einer der beiden Scheiben Elektrizität mit, so zeigte

sich die andere Scheibe sogleich elektrisch, und sie blieb es, als die ursprünglich elektrisirte Scheibe eine Ableitung erhielt. Da die Lampe bis zur äußersten Windung des Platins 10 Lin., die sie umgebende Hülle 13 Lin. hoch war, der höchste Punkt der 2 Zoll 2 Lin. entfernten Kupferscheibe 1 Zoll 10 Lin. über der Basis der Lampe lag, so folgt, daß von keinem Punkte der glühenden Platinspirale eine gerade Linie durch die Luft gezogen die Scheibe traf. Die elektrische Wirkung der Glühlampe rührt also nicht von dem glühenden Platin her, eine Folgerung, die weiter unten auf merkwürdige Weise bestätigt werden wird.

Bei vielen Flammen tritt die Wirkung der Dampfspitzen und die der Kohlenspitzen nach einander auf. Eine brennende Wachskerze zum Beispiel wirkt durch ihre Dampfspitzen; wird sie plötzlich ausgelöscht, so bleibt der Dampf einige Secunden lang leitend und wirkt fort. Dann aber verliert er diese Eigenschaft, und der Docht, durch den reichlichen Zufluß von Wachs getränkt, bleibt unwirksam, so daß die rauchende Kerze keinen Einfluß auf einen genäherten elektrisirten Körper ausübt. Hat der Zufluß von Wachs aufgehört, so verglimmt der Docht und die an ihm sich bildenden Kohlenspitzen werden elektrisch wirksam. Auf diese Weise erklären sich die vielen einander widersprechenden Angaben über das Leitungsvermögen des Rauches einer ausgelöschten Kerze.

3) Störung der elektrischen Wirkung flammender und glimmender Körper.

Bei allen vorhergehenden Versuchen ist die Verbrennung der entzündeten Körper möglichst vollkommen erhalten worden. Schwamm und Kohlenkerze wurden durch häufiges Blasen angefacht und von Asche gesäubert, die Weingeistlampe und Glühlampe nur bei intensiver Verbrennung gebraucht. Mit dieser Vorsicht ist jede Störung der angegebenen Wirkungen vermieden wor-

den. Anders aber ist es, wenn die Verbrennung der untersuchten Körper nicht vollkommen vor sich geht; es tritt dann eine Modification der Versuche ein, die indess, weit entfernt, das hier aufgestellte Princip der Wirkungen zweifelhaft zu machen, durch dasselbe erklärt wird, und ihm daher zur Stütze dient. Diese Modification ist folgende. Ich habe bei jedem einzelnen Versuche nicht angegeben, ob er mit der einen oder der andern Elektricitätsart angestellt worden, da er mit jeder Art gleich gut gelang; bedient man sich aber einer gemäßigten Verbrennung, so sieht man einen bestimmten Versuch viel leichter und schlagender mit einer bestimmten Elektricitätsart gelingen. Diefs ist an den Kohlenkerzen leicht zu zeigen. Auf einer der beiden Scheiben, die vertical in 5 Zoll Entfernung einander gegenüberstanden (Fig. 13 Taf. IV) wurde eine Kohlenkerze befestigt, die bis über die Hälfte in Gluth und mit Asche bedeckt war; wurde an diese Scheibe der positive Pol einer trocknen Säule angelegt, so divergirte das mit der andern Scheibe verbundene Elektroskop nur langsam und mit höchstens 2 Lin., war hingegen der angelegte Pol der negative, so divergirte das Elektroskop schnell und mit mehr als 5 Lin. Im Gegensatze hiermit, divergirte das mit der Kerze verbundene Elektroskop schneller und stärker, wenn die gegenüberstehende Scheibe positiv, als wenn sie negativ elektrisch gemacht war. Es hatte, um einen kurzen Ausdruck zu gebrauchen, den Anschein, als ob die negative Elektricität aus der Kerze leichter hinausgehe, als die positive, und die positive leichter hineintrete, als die negative. Das Umbüllen mit dem Cylindermantel hob übrigens auch hier jede Wirkung der Kerze auf.

Um diese sonderbare Erscheinung zu erklären, hat man sich der bekannten Erfahrung zu erinnern, dafs bei Verbrennung der Kohle eine Elektricitätsentwicklung stattfindet, und zwar so, dafs die aufsteigende Kohlensäure

positiv, die Kohle negativ elektrisch wird ¹⁾). Die auf der glühenden Kohle entstandenen Spitzen sind schon ursprünglich negativ elektrisch, und müssen daher stärker elektrisch werden und kräftiger wirken, wenn ihnen negative, als wenn ihnen positive Elektricität zugeführt wird. Diese Erklärung schließt sich so leicht den früher gegebenen Ableitungen an, daß nicht die hier betrachtete Erscheinung auffallen kann, sondern vielmehr, weshalb dieselbe nicht häufiger beobachtet wird. Hier auf antwortet die Erfahrung, daß die eigenthümliche Elektricität der brennenden Kohle am stärksten bei mäßiger Gluth derselben merkbar wird, wie denn schon Volta ²⁾ diese Elektricität nur bei schwachem Luftzuge und absichtlich verzögerter Verbrennung der Kohle aufzeigen konnte.

Die Kohle wirkt durch ihre negativ elektrischen Spitzen, und nicht durch ihren positiv elektrischen Dampf; wäre das Letztere der Fall, so würde nach der aufgestellten Erklärung die Wirkung auf die beiden Elektricitätsarten genau im umgekehrten Sinne stattfinden müssen. Es würde dann scheinen, als ob die positive Elektricität leichter aus dem brennenden Stoffe entweiche, als die negative, und die negative Elektricität leichter eintrete als die positive. Ein solcher Fall kommt in der Natur vor. Es giebt eine Verbrennung der Art, daß an dem glühenden Körper keine Spitze entstehen und die elektrische Wirkung allein von den stark positiv elektrischen Dampfspitzen ausgehen kann. Diefes ist die Verbrennung an der Davy'schen Glühlampe, und die auf-

1) Ich überzeugte mich leicht hiervon, indem ich auf den aufgeschraubten Teller eines Behrens-Fechner'schen Elektroskops eine brennende Kohlenkerze stellte, oder dieselbe unter einen Trichter von Drahtgaze hielt, der mit dem Stifte des Elektroskops in Verbindung stand; im ersten Falle gab das Instrument sogleich negative, im zweiten positive Elektricität an.

2) Meteorologische Briefe *, S. 200.

fallenden elektrischen Wirkungen derselben sind bekannt, da Hr. Erman sie vor vielen Jahren entdeckt und ihnen eine eigene Abhandlung ¹⁾ gewidmet hat. Ich stellte eine messingene Glühlampe, deren Platinspirale schwach glühte, neben einer vertical stehenden Kupferscheibe auf, so daß die Spirale 2 Zoll 2 Lin. von der Scheibe entfernt war (Fig. 10 Taf. IV). Die 10 Lin. hohe Lampe wurde von einem 13 Lin. hohen Cylindermantel aus Kupferblech umgeben, und ich überzeugte mich, daß die glühende Spirale von keinem Punkte der verticalen Scheibe aus gesehen werden konnte. Als die Lampe positiv elektrisirt war, divergirte das mit der Scheibe verbundene Elektroskop sogleich, und behielt seine Divergenz, nachdem die Lampe eine vollkommene Ableitung erhalten hatte; bei negativer Elektrisirung der Lampe trat nur eine geringe Divergenz des Elektroskops ein. Wurde hingegen die verticale Scheibe negativ elektrisirt, so divergirte ein mit der Lampe verbundenes Elektroskop sogleich, und wurde nur sehr wenig bewegt, als der Scheibe positive Elektricität gegeben war. Es sind also die Erscheinungen, die an der Kohlenkerze bemerkt wurden, nur mit dem Unterschiede, daß die in jedem Falle angewandte Elektricitätsart die entgegengesetzte von der ist, die dort zu demselben Effecte gebraucht wurde. Um die selbstständige Elektricitätsentwicklung an der Glühlampe zu untersuchen, wurde dieselbe auf den Teller des Behrens-Fechner'schen Elektroskops gestellt, dessen Polplatten 11 Lin. von einander standen. Es machte sich sogleich negative Elektricität merkbar, und zwar in solcher Stärke, daß von Secunde zu Secunde das Anschlagen des Goldblättchens an die Polplatte durch Ableitung verhindert werden mußte. Diese starke Elektricitätsentwicklung trat aber nur ein, wenn die Spirale mälsig, und zwar nur in

1) Ueber eine eigenthümliche reziproke Wirkung der zwei entgegengesetzten elektrischen Thätigkeiten. (Gelesen 11. Februar 1819) Abhandlungen der Academie der Wissenschaften, 1819.

ihren oberen Windungen glühte; liefs man dieselbe durch und durch weifsglühen, so war die Anzeige von Elektrizität sehr schwach, oder blieb gänzlich aus. Hr. Erman hat ausdrücklich bemerkt ¹⁾, dafs die eigenthümlichen Erscheinungen der Glühlampe nur dann stattfinden, wenn die Platinspirale allein in ihren äufsersten Gewinden glüht.

Die Erklärung dieser Erscheinungen ist in dem Obigen bereits gegeben. Es sind die Dampfspitzen, die an der Glühlampe die elektrische Wirkung erzeugen, und da sie eigenthümlich starke positive Elektrizität besitzen, so äufsern sie ihre Wirkung unvergleichlich stärker, wenn ihnen positive, als wenn ihnen negative Elektrizität zugeführt wird.

II. *Ueber elektrische Abbildungen und Thermographien; von E. Knorr.*

I. Artikel.

Der Erfinder der elektrischen Abbildungen, Hr. Karsten, hat sich in diesen Annalen, Bd. LX, zu zeigen bemüht, dafs die Moser'schen Bilder ihrem eigentlichen Wesen nach elektrische seyen, und dafs die von mir entdeckten Wärmebilder gar nichts mit den Moser'schen zu thun haben (Annalen, Bd. LX S. 14). Die Aufsätze, welche von mir über diesen Gegenstand in deutscher Sprache veröffentlicht worden sind, und welche der Hr. Herausgeber der Annalen in diese aufzunehmen die Gewogenheit gehabt hat, sind nur Auszüge aus meinen Arbeiten über diesen Gegenstand, und deshalb manches darin nur angedeutet. Da nun einige von mir angestellte, theils ältere, theils neuere Versuche, wenn

1) Abhandlungen der Academie der Wissenschaften, 1819, S. 12.

sie etwas ausführlicher angegeben werden, vielleicht einiges zur Aufhellung dieses Gegenstandes beitragen können, so erlaube ich mir im gegenwärtigen Aufsatz auf denselben zurückzukommen, wobei ich im Voraus wegen einiger Wiederholungen um Verzeihung bitte. Zugleich muß ich bemerken, daß höchst wahrscheinlich manches über diesen Gegenstand von Andern Bekanntgemachte mir noch fremd blieb, was bei der Entfernung meines Wohnorts von den Mittelpunkten des wissenschaftlichen Lebens Niemanden befremden kann. Auch findet sich ein experimentirender Physiker zu Kasan nicht in so günstigen Verhältnissen, als z. B. in Berlin und Paris; zwar habe ich jetzt ein reiches physikalisches Kabinet zu meiner unbeschränkten Benutzung, wenn mir aber zu irgend einem Versuch ein Stück Glasröhre, gewalzten Zinks, übersponnenen Kupferdrahts, feine Baumwolle, oder sonst dergl. nöthig ist, und es findet sich nicht in einer der Anstalten der Universität vorrätzig, so bleibt mir nichts übrig, als ruhig zu warten, bis ich das Nöthige aus St. Petersburg, oder gar aus Berlin oder Paris erhalten habe. Diefs ist wahrscheinlich Hrn. Karsten nicht bekannt gewesen, als er die Bemerkung machte (Annalen, Bd. LX S. 14):

»Es ist auffallend, daß Hr. Knorr keine Platten von edlen Metallen angewendet hat, da doch der Gedanke an eine Oxydation bei starker Erhitzung sehr nahe liegen mußte« u. s. w.

In Bezug hierauf könnte ich mich auf ein Schreiben beziehen, welches ich am ^{1^{ten}}_{13^{ten}} Dec. 1842 an die Kaiserliche Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg richtete, und welches mit folgenden Worten schließt:

»Ich bedaure sehr, daß es mir nicht möglich war, Versuche auf chemisch reinem Silber, Gold und Platin anzustellen, so wie Versuche auf Kupfer und Stahl, unter Verhältnissen, wo keine Oxydation möglich ist.«

Hr. Karsten sagt, S. 14, er sey zu dem Resultate

gekommen, daß meine Wärmebilder einer Oxydation der Platte zugeschrieben werden müssen; ob ich nun gleich von Anfang derselben Meinung war, so hat es mir doch selbst mit Beihülfe meiner Collegen, der Prof. der Chemie Klaus und Sinin, nicht gelingen wollen, diese Meinung als Wahrheit sicher festzustellen. Ferner sagt Hr. Karsten, S. 15: »Die Anwendung von Daguerreotypplatten war also nicht hinreichend, um darzuthun, daß die Thermographien keine Oxydationen seyen.« Dieß habe ich aber auch nie darthun wollen, und ich hoffe weiterhin zu zeigen, wie man daraus, daß Thermographien Oxydationen seyen, keineswegs mit Sicherheit schließen kann, daß sie *gar keinen* Zusammenhang mit Moser'schen Bildern haben.

Endlich sagt Hr. Karsten, S. 14:

»Dieses zweite Stadium ist nun die neue Entdeckung von Hrn. Knorr, denn überhaupt zuerst die Wärme zur Erzeugung von Bildern angewendet zu haben, kann er nicht behaupten, da dieß schon vom Prof. Moser geschehen ist, dessen Versuche er aber ganz zu ignoriren scheint.«

Der letzte Vorwurf kann mich wohl nicht treffen, denn ich habe Hrn. Moser's Versuche so weit beachtet, als ich sie kannte, zur Zeit als ich über diesen Gegenstand schrieb; auch erinnere ich mich nicht irgendwo behauptet zu haben, ich sey der erste welcher die Wärme zur Erzeugung von Bildern in Anwendung brachte, dieß würde ja ein sonderbarer Widerspruch mit mir selbst seyn. Prof. Moser behauptet, nicht mit Wärme, sondern mit etwas anderem, was er dunkles Licht nennt, operirt zu haben; ich hingegen hielt dafür, daß Moser's dunkles Lichts nichts anderes als Wärme sey. Wäre meine Meinung richtig, so würde doch offenbar folgen, daß nicht ich, sondern Moser, die Wärme zuerst angewendet, ich aber dieß nur zuerst erkannt habe. Wäre dagegen Hrn. Karsten's Ansicht richtig, daß Mo-

ser'sche Bilder elektrische seyen, so würde eben so folgen, dafs nicht er, sondern Moser zuerst die Elektricität zur Erzeugung von Bildern angewendet habe; wobei aber immer noch der wesentliche Unterschied bliebe, dafs der Eine es bewufst, der Andere unbewufst gethan hat. Die Elektricität mit Bewufstseyn zur Erzeugung von Bildern anzuwenden, hatte ich schon mehrere Monate früher, als mir Hrn. Karsten's Versuche bekannt wurden, auf verschiedene Weise versucht, jedoch so gut wie vergeblich, weshalb ich die Möglichkeit elektrischer Bilder nur als Meinung aussprach. Ich bin überhaupt kein Freund von Hypothesen, besonders wo selbige entbehrt werden können, und ziehe es vor, mich stets so viel als möglich an die unmittelbare Erfahrung zu halten, die man bei unseren beschränkten Kenntnissen der Natur auch ohne Hypothesen noch oft genug mißverstehet; deshalb soll der von mir aufgestellte allgemeinere Satz, über die Bedingungen zur Erzeugung von Wärmebildern, auch nichts weiter seyn, als ein möglichst einfacher Ausspruch derjenigen Resultate, welche meine Versuche in dieser Beziehung mir unmittelbar zu ergeben schienen, und ich habe selbst dabei ausdrücklich bemerkt, dafs ich einige Erscheinungen beobachtet, welche ich noch nicht unter einen allgemeinen Gesichtspunkt bringen kann. Ich glaube dadurch den Lehren eines Mannes treu zu bleiben, vor welchem ich eine grofse Verehrung hege, und wenn ich diese Lehren hier anführe, so geschieht diefs nur, um mich einigermafsen gegen den Vorwurf der Einseitigkeit zu vertheidigen, der mir anderswo gemacht worden ist, weil ich Hrn. Moser's Hypothese nicht ohne vorgängige Prüfung anerkennen wollte. Ich meine aber folgende Lehren Isaac Newton's (*Phil. natur. principia mathem. De mundi systemate. Liber III. Regulae philosophandi*).

Regula I. Causas rerum naturalium non plures admitti debere, quam quae et verae sint et earum phaenomenis explicandis sufficient.

Regula IV. In philosophia experimentalı, praepositiones ex phaenomenis per inductionem collectae, non obstantibus contrariis hypothesisıbus, pro veris aut accurate aut quam proxime haberi debent, donec alia occurrerint phaenomena, per quae aut accuratiores reddantur aut exceptionibus obnoxiae.

Ich bin weit entfernt Hrn. Moser's Hypothese deshalb nicht zulassen zu wollen, weil das dunkle Licht eine *qualitas occulta* sey, denn es wäre doch leicht möglich, daß es nur deshalb als solche erschiene, weil wir noch zu wenig davon wissen. Wie lange ist es denn wohl her, daß die Elektrizität für den Physiker nichts besseres war, und in wie vieler Beziehung sind nicht Wärme, Licht, Elektrizität und Magnetismus noch heute um nichts besser als *qualitates occultae*?

Um nachzuweisen, daß Moser'sche Bilder elektrisch seyen, stellt Hr. Karsten zunächst den Satz auf:

»Wenn zwei Körper, die irgendwie von einander verschieden sind, in Berührung mit einander kommen, so entsteht ein elektrischer Strom.«

Hierbei wird doch wohl stillschweigend die Bedingung verstanden, daß die Kette auf irgend eine Weise geschlossen sey? Aber selbst mit dieser Bedingung ist der Satz wohl noch gar manchen Zweifeln unterworfen, und wird, wenn ich nicht irre, wenigstens von manchem achtbaren Physiker, der sich zur chemischen Theorie des Galvanismus bekennt, nicht in dieser Allgemeinheit anerkannt. Wenn dem aber auch wirklich so wäre, so liegt doch noch kein directer Versuch vor, welcher den Einfluß elektrischer Ströme auf die Entstehung Moser'scher Bilder darthäte. Der Versuch, den Hr. Karsten S. 8 angiebt, kann hier nicht entscheiden, da er noch wiederholt werden muß, und ich werde in der Folge Gelegenheit haben zu zeigen, wie wenig man sich bei dem in Rede stehenden Gegenstande auf einen alleinigen Versuch verlassen kann. Ich selbst machte im October 1842 wiederholt folgenden Versuch. Eine Mes-

singplatte, in welche in drei Zeilen unter einander einige Worte gravirt waren, wurde auf gut polirte Kupfer- oder Silberplatten gelegt, und nun der Strom einer stark wirkenden Ettingshausen'schen magneto-elektrischen Maschine so geleitet, daß er von der einen in die andere Platte übergehen mußte. Tausend Ströme brachten keine bemerkbare Wirkung hervor.

Der Strom wurde durch eine Platte allein geleitet, es war ebenfalls keine besondere Wirkung bemerkbar. Es wurde eine Zeile mit Wachs, eine mit Stearin gefüllt, die dritte leer gelassen; der Erfolg war wie früher.

Statt der magneto-elektrischen Maschine wurde ein Daniell'sches Element genommen, dessen wirkende Kupferfläche 42 Quadratzoll GröÙe hatte, und die Platten eine halbe Stunde im Strome gelassen; die schwachen zweifelhaften Spuren einer Abbildung wiederholten sich in derselben Zeit auch ohne den galvanischen Strom.

Eine starke galvanische Säule stand mir nicht zu Gebot.

Ferner sagt Hr. Karsten zur Unterstützung seiner Ansichten:

1) »Wir wissen, daß durch Elektricität Abbildungen entstehen.«

Es ist das Verdienst des Hrn. Karsten dies zuerst gezeigt zu haben; ich wiederholte die Versuche desselben, sobald sie mir bekannt geworden waren, und fand sie im Allgemeinen bestätigt. Vergleicht man das Verfahren Karsten's und Moser's zur Erzeugung von Bildern mit einander, so zeigt sich leicht, daß zwischen beiden eine bedeutende Verschiedenheit existirt, welche keineswegs dem Schlusse günstig ist, daß beide Arten von Bildern derselben Ursache zuzuschreiben seyen. Nach Moser wird der abzubildende Körper mit der polirten Platte entweder in Berührung, oder doch ihr sehr nahe gebracht, und eine gewisse Zeit über in dieser Beziehung zur Platte gelassen, ohne daß man dabei irgend weiter

etwas that. Nach Karsten wird zwischen Körper und Platte ein elektrischer Nichtleiter gebracht, und nun mit Hilfe der Elektrisirmaschine eine Ladung wie bei einer Leidner Flasche bewirkt. Elektrische Spannung allein, ohne wiederholte Entladung zwischen Körper und Platte, ist aber nicht hinreichend zur Erzeugung eines elektrischen Bildes. Um dieß zu untersuchen, wurden folgende Versuche angestellt:

Ein Tausendgränfläschchen wurde als Leidner Flasche vorgerichtet, der gravierte Boden blieb unbelegt. Auf die Platte eines sehr unempfindlichen Elektrometers, dessen conische Pendel aus Goldpapier 2 Zoll Länge hatten, wurde eine polirte Daguerre'sche oder Kupferplatte gelegt, welche mit dem Elektrometer in leitender Verbindung war, und mit einem dünnen, möglichst reinen Glimmerblättchen bedeckt; hierauf wurde das Fläschchen so stark geladen, daß bei einer Annäherung an das Elektrometer aus 4 Zoll Entfernung die Pendel stark gegen das Glas geworfen wurden. Elektrometer und Platte wurden ableitend berührt, das Glas auf den Glimmer gesetzt und das Ganze mit einer Glasglocke bedeckt. Stufenweise fortschreitend, blieb das Glas so 2 bis 60 Stunden auf dem Glimmer; nach Abheben des Glases zeigte das Elektrometer jederzeit noch einen sehr starken Ausschlag. Kein einziger Versuch gab sichere Spuren einer Abbildung.

Die Versuche wurden nun so wiederholt, daß die Flasche schwächer geladen, bei dem Aufsetzen derselben aber das Elektrometer nebst Platte nicht ableitend berührt wurde. Die Elektrizität hielt sich so gut, daß selbst nach 48 Stunden die Pendel des Elektrometers noch eine bemerkbare Divergenz zeigten. Es liefs sich ebenfalls kein Bild erkennen. Gleichzeitig mit den vorigen wurden folgende Versuche angestellt:

Ein zweites Tausendgränfläschchen wurde ebenfalls, wie das vorige, zur Leidner Flasche vorgerichtet (statt

innerer Belegung wurden bei beiden Metallspäne angewendet), und zwischen innerer und äußerer Belegung eine Leitung hergestellt. Es genügte, auf den unbelegten Boden der Flasche einige Male mit einem Stecknadelkopfe hin und her zu fahren, um an einem sehr empfindlichen Goldblattelektrometer, und einem vorzüglichen Deluc'schen Balancier, unverkennbare Spuren des elektrischen Zustandes des Glases zu erhalten. Es wurde nun versucht die Elektrizität dem Glase so weit zu entziehen, daß beide Apparate keine Spur derselben mehr erkennen ließen, was nach einiger Uebung am besten dadurch gelang, daß ich ein weiches, reines, leinenes Tuch oder etwas Baumwolle sanft gegen den unbelegten Boden der Flasche drückte, und dabei eigentliche Reibung so viel als möglich zu vermeiden suchte. Hiernach übte ich mich zunächst darin, die Flasche so auf die Platten aufzusetzen und abzuheben, daß dabei nicht eine bemerkbare Elektrizitätserregung stattfände; als ich hierin hinreichende Uebung erlangt hatte, wurde zu den Versuchen selbst geschritten. Das Glas gab auf Kupfer- und Silberflächen stets Bilder, mochten sich nun vor oder nach dem Versuche Spuren von Elektrizität zeigen oder nicht, und mochten die Platten isolirt oder mit dem Boden leitend verbunden seyn. Nach 3 Stunden Berührung waren die Bilder unzweifelhaft, nach 12 Stunden selbst für ein ungeübtes Auge leicht durch den Hauch zu erkennen.

Wurden die Fläschchen ohne Belegung, das eine an seiner Außenfläche durch Mittheilung von der Maschine positiv, das andere negativ elektrisirt, so entstanden von beiden auf Kupferplatten Bilder, die durch Joddämpfe sichtbar gemacht, sich negativ zeigten. Hierbei schien es mir zuweilen, als wenn das Bild sich unter diesen Verhältnissen in derselben Zeit stärker entwickelte, als wenn man ohne Elektrizität operirt, besonders wenn sich zwischen Glas und Platte ein elektrischer Funken

ken bei dem Aufsetzen bemerkbar machte; es wird sich jedoch weiterhin zeigen, wie schwer es ist darüber gewiss zu werden, was die eigentliche Ursache einer mehr oder weniger starken Entwicklung des Bildes ist. Mit Uebergang einiger anderen Versuche bemerke ich nur noch, daß überhaupt Entladungen oder elektrische Funken zwischen Platte und abzubildenden Körper bei Hrn. Karsten's Verfahren nöthig schienen, um elektrische Bilder zu erzeugen, wie dieß, glaube ich, auch schon von Hrn. Karsten selbst bemerkt worden ist. Waren die Glimmerblättchen sehr dünn, die Entladungsfunken schwach, so zeigten sich bei einer gleichen Anzahl Umdrehungen der Maschine auch die Bilder schwächer und unbestimmter, als bei stärkeren Entladungen. Ich habe einige sehr kräftige Bilder von Gold-, Platin- und Silbermünzen auf Silberflächen schon nach 4 bis 5 starken Entladungen erhalten. Mit Glimmerblättern von 0,05 Millim. Dicke erhielt ich die besten Bilder. Folgt die Funken zwischen Körper und Platte fast eben so schnell auf einander, als zwischen dem Conductor der Maschine und dem Körper oder der Platte, so erhielt ich mehrfach auch kein Bild, höchstens zeigte sich ein Fleck, in seiner Begrenzung dem Umring des Körpers beiläufig entsprechend. Mit Weglassung der Glimmerplatte und Anwendung eines elektrischen Leiters als abzubildenden Körper, habe ich zwar einige Bilder erhalten, jedoch nur ausnahmsweise, und stets schwach und unbestimmt, eigentlich nur Flecke.

Beiläufig bemerke ich noch, daß man mit verschiedenen Platten zugleich operiren kann, wenn die Maschine nicht zu schwach ist, auf gleiche Weise, wie man mehrere Flaschen zugleich laden kann, wenn man die äußere Belegung der einen mit der inneren der anderen leitend verbindet. Ich habe auf diese Weise einige Versuche gemacht, wo ich auf drei verschiedenen Platten zugleich Bilder erzeugte. Wendet man zur Abbildung

gravirte Kupferplatten an, die man vorher mit trockenem Polirpapier überreibt, so daß in den Vertiefungen etwas Staub hängen bleibt, so kann man auf dem Glimmer selbst recht hübsche Bilder erhalten, indem der Staub zum Theil auf den Glimmer übergeht und ziemlich fest daran haftet. Dieß sind die von Morren angegebenen Bilder.

Weiter sagt Hr. Karsten:

- 2) »Diese (elektrischen Bilder) haben viele gleiche Eigenschaften mit den Moser'schen Bildern.«

In der That haben die elektrischen Bilder mit den Moser'schen und den Thermographien die Eigenschaft gemein, daß jede dieser Gattung von Bildern, wenn sie durch die Operation der Erzeugung nicht schon unmittelbar sichtbar hervorgingen, durch Condensirung von Dämpfen sichtbar gemacht werden können; ferner ist ihnen die vorzugsweise Abbildung der Ränder gemeinschaftlich (Annalen, Bd. LX S. 19, 35); ob sie sonst andere, durch unmittelbare Erfahrung nachgewiesene Eigenschaften gemein haben, ist mir bis jetzt nicht bekannt. Allein in Hinsicht auf die Condensation der Dämpfe verhalten sich die angegebenen Arten von Bildern keineswegs ganz gleich. Hr. Karsten bemerkt sehr richtig in einem seiner früheren Aufsätze, daß für elektrische Bilder die Condensation von Wasserdämpfen auf der Platte, der Hauch, das beste Mittel zur Sichtbarmachung ist; ich muß dieß bestätigen, denn wo der Hauch ein schlechtes Bild ergab, erhielt ich durch Quecksilber- und Joddämpfe eher schlechtere als bessere Resultate, und nur ein besonderer Ausnahmefall ist mir bis jetzt dabei vorgekommen. Bis auf weiteres will ich hier zunächst die Benennung Moser'sche Bilder im Allgemeinen für solche beibehalten, welche nicht als Heliographien nach Daguerre's oder einem andern verwandten Verfahren, und nicht durch die mit Bewußtseyn geschehene Anwendung der Elektrizität, sondern einfach nach dem von Prof. Moser angegebenen Verfahren

dargestellt sind, und welche erst durch Condensirung von Dämpfen sichtbar werden. Man kann solche Bilder durch Anwendung von Wärme, von Feuchtigkeit und chemischen Mitteln erhalten, worauf ich später specieller zurückkommen werde, da aber Hr. Karsten solche Bilder nicht von einander unterscheidet, so erscheint es auch nicht nöthig, eine solche Unterscheidung hier eintreten zu lassen. Für Moser'sche Bilder ist der Hauch ein sehr beschränktes Mittel zur Sichtbarmachung. Zur Belegung dieser Behauptung will ich hier, um nicht zu weitläufig zu werden, nur einen Versuch anführen.

Auf die möglichst sorgfältig gereinigte Silberfläche einer Daguerre'schen Platte wurde ein eben so sorgfältig gereinigter Stahlstempel und ein Jaspispetschaft gesetzt; nach 20 Stunden Berührung, während welcher die Temperatur zwischen 11° und $12^{\circ},5$ R. wechselte, liefs sich durch den Hauch nicht die geringste Spur einer Abbildung erkennen. Hierauf wurde die Platte den gewöhnlichen Joddämpfen ausgesetzt und bis zur stark goldgelben Farbe jodirt, es liefs sich kein Bild erkennen; die Platte wurde nun den Dämpfen einer Auflösung von Jod in Schwefeläther ausgesetzt und grün jodirt, das Bild des Stahlstempels erschien in schwachen dunkeln Zügen, die nur einem geübten Auge erkennbar waren, von einem Bilde des Jaspis liefs sich durchaus nichts wahrnehmen. Jetzt wurde die Platte in einer Entfernung von 2 Millim. über eine andere mit Quecksilber amalgamirte gelegt und 12 Stunden darüber gelassen, während welcher Zeit die Temperatur zwischen den oben angegebenen Gränzen hin und her schwankte. Das Bild des Stempels war jetzt stärker hervorgetreten und leicht erkennbar, vom Jaspis zeigte sich noch nichts; als aber die Platte wieder 2 Minuten hindurch den Jodätherdämpfen ausgesetzt wurde, trat das Bild des Stempels in dunkeln starken Zügen hervor, und das des Jaspis war ebenfalls sichtbar geworden, zwar nur schwach, aber unzweifelhaft.

Ein Unterschied zwischen elektrischen und Moser'schen Bildern macht sich auch leicht auf folgende Weise bemerkbar.

Man nehme einen abzubildenden Körper, am besten eine gravirte Platte mit Buchstaben in Lapidarschrift, bilde davon auf Silberflächen ein elektrisches und ein Moser'sches Bild, und mache beide durch Quecksilberdämpfe sichtbar. Das Moser'sche Bild hat ein weiches Aussehen, während das elektrische mehr scharf, fast wie gerissen erscheint. Mit einem Mikroskop, oft auch schon ohne dieses, zeigt sich, daß sich auf dem elektrischen Bilde das Quecksilber mehr in einzelnen kleinen Kügelchen condensirt hat, als auf dem Moser'schen.

Endlich muß ich noch bemerken, daß ich einige elektrische Bilder erhalten habe, bei welchen die condensirten Quecksilberdämpfe, so weit das Bild sich erstreckte, eine schwache gelbbraune Färbung zeigten, was mir bei Moser'schen Bildern nicht vorgekommen ist.

Unter No. 3 spricht Hr. Karsten vom unsichtbaren Licht als *qualitas occulta*, wovon schon oben die Rede gewesen ist, und fährt dann fort: »die Wärme (kann) am wenigsten als Ursache der Bilder angesehen werden, wie schon Prof. Moser nachgewiesen hat, u. s. w.« Es ist möglich, daß ein solcher Nachweis von Seiten Prof. Moser's sich in einigen Heften der Annalen befindet, die mir nicht zugekommen sind, oder in der von Hrn. Karsten erwähnten besonderen Schrift Moser's, welche ich nicht kenne. Was Prof. Moser in zweien seiner Aufsätze anführt, zur Beseitigung der Ansicht, daß die Bilder durch Wärme entstehen, enthält nichts weniger als einen gründlichen Beweis. Moser sagt, es genüge ein einziges Mal ein solches Bild zu sehen, in welchem sich oft die feinsten Züge des Originals wiederholten, um sich zu überzeugen, daß ein solches Bild, zumal auf einer gut leitenden Platte, durch Wärme nicht entstehen könne. Dieß ist aber kein Beweis, man könnte

dieses Wort für Wort auf die elektrischen Bilder übertragen, und damit eben so überhaupt ihre Möglichkeit in Abrede stellen. Die Wärmeleitung kommt hierbei weniger in Betracht, als die stellenweise ungleiche Emission und Absorption der Wärme. Hier scheinen elektrische und Wärme-Bilder bis auf einen gewissen Punkt analog zu seyn. Ich war früher der Meinung, bevor ich Hrn. Karsten's Entdeckung kannte, man werde elektrische Bilder erhalten, wenn man den Uebergang der Elektrizität zwischen Körper und Platte an denjenigen Stellen unterbräche, die sich abbilden sollen; wie schon früher bemerkt, hat sich diese Ansicht bis jetzt für leitende Körper eben nicht bestätigt, wenn das Bild auf Metallplatten entstehen soll, und nicht, nach Masson, auf einen Nichtleiter der Elektrizität. Dieses hat, wie ich glaube, seinen Grund darin, daß man den gleichmäßigen Uebergang der Elektrizität an allen freien Stellen nicht bewirken kann, sondern dieselbe nur an einzelnen Flecken überströmt. Betrachtet man aber Hrn. Karsten's Verfahren näher, so scheint der Vorgang dabei folgender zu seyn. Vorausgesetzt zunächst, man elektrisire den abzubildenden Körper, so wird die Elektrizität aus demselben theilweise auf den Glimmer übergehen, wie bei einer Leidner Flasche von der Belegung auf das Glas, und da der Glimmer ein sehr schlechter Leiter der Elektrizität ist, so wird sich dieselbe, entsprechend der Gestaltung der Oberfläche des Körpers, auf dem Glimmer ungleich anhäufen, und so gewissermaßen eine elektrische Zeichnung entstehen, die etwas ähnliches mit derjenigen hat, welche man mit dem Knopfe einer geladenen Flasche auf einem Harzkuchen bilden kann, und einem Masson'schen Bilde entspricht. Dieser ersten elektrischen Zeichnung entspricht nun eine zweite von entgegengesetzter Elektrizität auf der unteren Seite des Glimmers, welche Elektrizität der Platte liefert, und zwar zunächst aus den dem Körper gegenüberliegenden

Theilen. Beide Bilder kann man zuweilen auf dem Glimmer durch den Hauch erkennen. Das Ueberströmen der Elektricität aus der Platte an den Glimmer bewirkt nun diejenige Veränderung in der oberflächlichen Schicht der Platte, wodurch das Bild hervorgerufen wird. So lange nun die Spannung der Elektricität im Körper wächst, wird auch das Ueberströmen derselben aus der Platte an den Glimmer fort dauern; wird dieselbe aber constant, so hört das letztere auf. Man denke sich nun die Spannung bis zu einem Maximum gebracht, und hierauf Körper und Glimmer von der Platte genommen, so muß auf letzterer eigentlich schon ein Bild vorhanden seyn, dasselbe kann sich aber in einer so niedrigen Entwicklungsstufe befinden, daß es durch die bis jetzt bekannten Mittel nicht sichtbar gemacht werden kann. Man denke sich ferner Glimmer und Körper entladen, hierauf beide wieder genau in dieselbe Lage auf die Platte gebracht, und das vorige Verfahren wiederholt, so wird sich die Wirkung auf dieselben Stellen der Platte wiederholen, wodurch eine weitere Entwicklung des schon begonnenen Bildes bewirkt werden kann, und so fortschreitend, wird man endlich dahin gelangen können, daß sich das Bild sichtbar machen läßt. Das hier vorausgesetzte Abheben, Entladen und Wiederaufsetzen des Glimmers und Körpers wird nun ersetzt durch die Entladung zwischen Körper und Platte, wobei das plötzliche Rückströmen des größten Theils der Elektricität vom Glimmer die Wirkung noch zu verstärken scheint. Der hier eingeschobene Nichtleiter verhindert das Uebergehen der Elektricität zwischen Körper und Platte an nur einzelnen Stellen, wie dies in meinen früheren Versuchen stattfinden konnte, und bedingt das regelmäßige, jedoch stellenweise ungleiche, Ausströmen derselben aus Körper und Platte. Bei der Wärme ist nun eine solche Einschiebung nicht nöthig, um analoge Bedingungen für die Erzeugung des Bildes zu erhalten. Wie das Vorhergehende ungeäu-

dert werden muß für den Fall, daß man zunächst die Platte, und nicht den Körper elektrisirt, sieht man leicht. Das im Vorhergehenden in Betreff der elektrischen Bilder Gesagte scheint bestätigt zu werden durch folgende, einigemal wiederholte Versuche. Das früher zuerst erwähnte Tausendgranfläschchen, als Leidner Flasche vorgerichtet, wurde auf eine Kupferplatte gesetzt, so daß diese die Metallbelegung des Bodens bildete, hierauf durch die Maschine geladen, und von Zeit zu Zeit entladen. 300 Umdrehungen der Maschine mit 50 Entladungen der Flasche, gaben zwar nur sehr schwache, doch unzweifelhafte Bilder. Es zeigte sich kein bemerkbarer Unterschied, ob das Fläschchen mit positiver oder negativer Elektrizität geladen wurde; Joddämpfe gaben in beiden Fällen das Bild negativ. Auf die gewöhnliche Weise, mit Glimmer und leitendem Körper gaben 120 Umdrehungen mit nicht mehr als 10 Selbstentladungen ungleich bessere Bilder. Ich versuchte mit dem Fläschchen Bilder zu erlangen, indem ich, statt einer vollständigen Entladung, nur immer die freie Elektrizität der inneren Belegung entzog, konnte aber zu keinem sicheren Resultate gelangen; vielleicht lag dies daran, daß hier die Wirkung zu schwach war. Vielleicht liegt aber auch der Grund darin, daß das plötzliche Rückströmen der Elektrizität zur Platte vom Glase oder Glimmer bei der Entladung gerade die lebhafteste Wirkung hervorbringt.

Endlich sagt Hr. Karsten:

- 4) »Werden die Versuche so eingerichtet, daß kein elektrischer Strom entstehen kann, so entstehen auch keine Abbildungen« u. s. w.

Hierzu führe ich folgenden Versuch an, der wegen anderer Untersuchungen von mir mehr als 100 Mal wiederholt worden ist. Man nehme eines der früher erwähnten Fläschchen mit oder ohne Belegung, jedoch möglichst unelektrisch, oder eine gravierte Fläche, gleichviel, ob Kupfer, Messing, Stahl, Jaspis, Bergkrystall,

schwärze die Vertiefungen mit Tusche, was aber auch gerade nicht unumgänglich nöthig ist, setze diesen abzubildenden Körper auf eine polirte Kupfer- oder Silberfläche, jedoch so, daß er dieselbe nicht berührt, sondern durch untergelegte, nicht sehr dicke, schmale Glimmerblättchen von der Platte entfernt gehalten wird, ein Theil seiner Oberfläche aber der Platte frei gegenübersteht, so erhält man nach einiger Zeit ein Moser'sches Bild dieses frei gegenüberstehenden Theils. — Wo und wie ist hier der das Bild erzeugende elektrische Strom?

Nach dem bis jetzt Erörterten könnte ich nun wohl mit eben so viel Recht, als dieß Hr. Karsten von meinen Wärmebildern thut, von seinen elektrischen sagen:

»Folglich haben diese Bilder gar keinen Zusammenhang mit den Moser'schen, und so fällt die Hypothese des Hrn. Karsten von selbst zusammen.«

Uebrigens möge dieß *sine ira et studio* gesagt seyn, es gilt hier nur der Sache, durchaus nicht der Persönlichkeit, und aus dem Widerstreit der Meinungen geht sicher am ersten die Wahrheit hervor.

Mit Hrn. Karsten bin ich aber darin vollkommen einverstanden, daß man es bei den hier besprochenen und weiterhin noch zu besprechenden Erscheinungen, als letzten Grund mit Cohäsion, und ich füge hinzu mit Adhäsions-Phänomen und chemischen Wirkungen zu thun hat, und hierbei die Elektrizität auch anderweitig gewiß oft eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

Dieß mag für jetzt genug seyn in Betreff der elektrischen Bilder, es wird sich weiterhin Gelegenheit finden, darüber noch einige Bemerkungen zu machen; von den übrigen Arten von Bildern zu sprechen, verschiebe ich bis auf den zweiten Artikel, um den gegenwärtigen nicht zu weit auszudehnen. Ich bemerke nur, daß von denjenigen Bildern, welche später hydrothermische genannt worden sind, schon in meinem ersten Aufsatz über die Wärmebilder (russisch in den »Gelehrten Schrif-

ten« der Universität Kasan, deutsch, im Auszug, Annalen, Bd. LX S. 20 und 29), die Rede ist, von den chemischen aber S. 25 in den Worten: »Drückt man ein Petschaft in Siegelack ab, und setzt es dann (kalt) auf eine Silber- oder Kupferplatte, so erhält man leicht ein sichtbares Bild.«

Zum Schluß bemerke ich nur noch, daß ich einen der interessanten Versuche Hrn. Strehlke's (Annalen, Bd. LX S. 145) aus eigener Erfahrung bestätigen kann. Im November und December 1842 machte ich einige Versuche mit dem Daguerreotyp, um zu sehen, welchen Einfluß etwa eine sehr niedrige Temperatur auf die Erzeugung der Lichtbilder habe. Bei $-22^{\circ},0$ R. und mit Anwendung von Chlorjod gelangen, mit der gewöhnlichen Camera obscura, die Bilder recht gut in 3 bis 4 Minuten. Ich wollte versuchen eines dieser Bilder, welches das anatomische Theater der Universität darstellte, mit einem Kupferanflug galvanisch zu überziehen, wurde aber bei dem Versuche unterbrochen, und liefs nun sich eine Kupferplatte bilden. Nach der Trennung des Kupfers vom Silber konnte ich aber auf beiden keine Spur des Bildes entdecken, und wollte nun die Kupferplatte zu einem thermographischen Versuche benutzen, weshalb dieselbe mit verdünnter Salpetersäure und Trippel geschliffen wurde, um sie von dem etwa anhaftenden Quecksilber zu reinigen. Als die Platte erhitzt wurde, traten die Kuppel und die Säulen des Gebäudes stark hervor, in etwas grünlicher Farbe. Auf der Silberplatte konnte durch Erhitzung das Bild nicht wieder hervorgebracht werden. Auch darin hat Hr. Strehlke recht, daß galvanisches Kupfer sich gut zu Wärmebildern eignet; aber auch auf galvanisch versilberten und einer galvanisch vergoldeten Platte habe ich gute Thermographien erhalten, auf letztere jedoch erst mit Anwendung weit stärkerer Hitze, als dies für Kupfer und Silber nöthig ist.

Kasan, Januar 1844.

III. Beschreibung der Wippe und deren Anwendungen zum Studium der galvanischen Polarisation; von J. C. Poggendorff.

In dem Aufsatz, in welchem ich die transversale Ladungsweise secundärer Batterien auseinandersetzte ¹⁾, versprach ich, das dazu erforderliche und mit dem Namen *Wippe* belegte Instrument in einiger Zeit zu beschreiben. Gegenwärtig will ich, um das Verständniß jenes Aufsatzes nicht länger unvollständig zu lassen, mein Versprechen erfüllen, obwohl ich mich dabei meistens auf die Beschreibung des Instruments und seiner Abänderungen beschränken muß, da Geschäfte mich abgehalten haben, die Versuche sämmtlich auszuführen, die ich beabsichtigte, um die mannigfachen Anwendungen desselben darzulegen. Letzteres muß ich einer künftigen Mittheilung vorbehalten.

1.

Zunächst mag diejenige Form des Instruments betrachtet seyn, in welcher es zur Ladung einer secundären Batterie dient. Man sieht diese Form in Fig. 5 Taf. I von oben her abgebildet. Sie ist daselbst als bestimmt für eine Batterie von vier Plattenpaaren gezeichnet; für eine größere Zahl von Platten würde nur die Längendimension *AA* zu vergrößern seyn.

Das Instrument besteht, in dieser wie in allen folgenden Formen, wesentlich aus zwei Theilen, der *Unterlage* und der eigentlichen *Wippe*. Nur die letztere besitzt, je nach dem Zweck, eine verschiedenartige Einrichtung; die erstere bleibt immer dieselbe, oder kann es wenigstens immer bleiben.

Die Unterlage *AA*, Fig. 5 Taf. I, ist gebildet aus

1) S. Annalen, Bd. LX S. 568.

einem Brett von hartem, dichtem Holz, Buchsbaum- oder Büchenholz, von 1 Zoll Par. Dicke, $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite und, falls das Instrument zur Ladung einer Batterie von vier Plattenpaaren dienen soll, etwa 6 Zoll Länge; jedoch richtet sich die letztere Dimension nach der Breite der Zellen oder Tröge, in welche die Plattenpaare dieser Batterie *BB* zu stehen kommen, und sie muß ihr angepaßt werden, wenn man die Tröge schon besitzt.

In dieses Brett sind, bis zur Tiefe von etwa einem halben Zoll, zwei Reihen Löcher *ho*, *ho*, . . . *h'o'*, *h'o'*, . . . eingebohrt, und, wie es die Figur andeutet, paarweise durch dicke, an beiden Enden hakenförmig herabgebogene Kupferdrähte mit einander verbunden. Diese Löcher werden mit Quecksilber gefüllt. Statt sie durch Drähte zu verbinden, könnte es auch durch Rinnen geschehen, die in das Holz eingeschnitten und, wie die Löcher, mit Quecksilber gefüllt wären. Diese, wohl an ähnlichen Instrumenten angebrachte Einrichtung ist jedoch nicht so zweckmäfsig; denn einerseits schwabbert das Quecksilber leicht über, wenn das Instrument in Richtung der Rinnen einmal gestofsen oder etwas plötzlich geneigt wird, und andererseits ist man dann nicht mehr im Stande, die Verbindung eines oder des anderen Paares gegenüberstehender Löcher zu unterbrechen, was in gewissen Fällen wünschenswerth seyn kann, und sich bei der Drahtverbindung leicht bewerkstelligen läßt. Will man übrigens durchaus Rinnen einschneiden, was jedoch immer, wenigstens für den Physiker, die Anfertigung des Instruments erschwert, so ist es gut, diese etwas breit und tief zu machen, und dann durch Eisenstücke von gleichen Dimensionen wieder auszufüllen, wie es bei *d* (Fig. 7 Taf. II) in einem Querschnitt des Instruments angegeben ist. So verliert man nichts an Leitung, beugt dem Schaukeln des Quecksilbers vor, und schützt dasselbe zugleich vor der Verunreinigung, welche die stete Eintauchung der Kupferdrähte nothwendig mit sich bringt.

Endlich ist die Unterlage, um das beim Gebrauch

des Instruments in Tröpfchen aus den Löchern gerissene Quecksilber am Herunterfallen zu hindern, von einem erhöhten Rand aus Holz oder Pappe eingefasst. Mit telst eines Pinsels lassen sich dann diese Tröpfchen nach jedemaligem Gebrauch leicht wieder in die Löcher zu rückfegen.

Neben der Unterlage befindet sich die zu ladende Batterie *BB*, deren Platten in einen, dem früher (Ann. Bd. 52 S. 509) beschriebenen ähnlichen, Plattenhalter eingespannt sind, und durch Klemmen und Drähte mit einer der Löcher-Reihen, z. B. der linken *h'o'*, *h'o'*, ... in Verbindung stehen. Damit die Verbindungsdrähte möglichst kurz seyen, hat man die Unterlage durch ein Stativ oder durch Holzklötze in gleiche Höhe mit dem oberen Theil der Platten, und diesem recht nahe zu bringen. Die Klemmen bestehen am besten aus cylindrischen oder parallelepipedischen Kupferstücken, die an einem Ende einen Längen-Einschnitt haben (um auf den oberen Theil der Platten gesteckt und durch eine seitwärts befindliche Schraube daran fest gedrückt werden zu können) ¹⁾, und am anderen Ende der Quere nach durchbohrt sind, um die Verbindungsdrähte aufzunehmen, die darin, nachdem man sie mit ihrem vorderen hakenförmigen Ende in die Löcher gesteckt hat, von oben her durch Schrauben befestigt werden. Haben die Hölzer des Plattenhalters die richtige Breite, d. h. eine solche, daß sie einen gewissen aliquoten Theil von der Breite der Zellen oder Tröge ausmacht, was nöthig ist, damit die eingespannten Platten sämmtlich unbehindert paarweise in die Zellen hinabgehen, so läßt diese ganze Einrichtung, die überhaupt auf alle Volta'sche Säulen mit geraden Platten anwendbar ist, an Bequemlichkeit und Zweckmäßigkeit nichts zu wünschen übrig.

1) Wenn es, wie hier, Platinplatten sind, die man fest zu klemmen hat, und, wenn man diese schonen will, so ist es nöthig, sie durch ein mit in den Einschnitt eingeschobenes Stückchen Kupfer- oder Eisenblech vor dem Eindruck der Schraube zu schützen.

Auf die Unterlage kommt nun die eigentliche *Wippe* zu stehen, ein Holzstück von $\frac{1}{3}$ Zoll Par. Dicke, $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite und gleicher Länge wie die Unterlage. Durch den mittleren Theil desselben gehen zwei stumpf zugespitzte Stifte *bb* (Fig. 6, 7, 8. Taf. I) welche zweien Vertiefungen *aa* in der Unterlage entsprechen; und an jeder Seite hat es eine Reihe Haken, deren Form nach dem Zweck des Instruments verschieden ist. Mittelst jener Stifte stützt sich die *Wippe* auf die Unterlage, in der Weise, daß sie entweder nach der einen oder nach der andern Seite neigt, also entweder mit der einen oder mit der andern Reihe von Haken in die darunter befindlichen Quecksilberlöcher taucht. Damit die Haken nicht zu tief einsinken, und damit man, wenn man die *Wippe* aus der einen Lage in die andere bringt, einen festen hörbaren Anschlag habe, ist es gut, sie an jedem Ende noch mit zwei gerade auslaufenden Stiften zu versehen, welche, wenn ihre Neigung nach der einen oder anderen Seite eine gewisse Größe erreicht hat, die Unterlage berühren. Jene Spitzen, und abwechselnd das eine oder das andere Paar dieser seitwärts auslaufenden Stifte, bilden also die Stützpunkte der *Wippe*.

Was die zur Eintauchung in das Quecksilber bestimmten Haken betrifft, so haben sie, wenn das Instrument zur Ladung einer secundären Säule dienen soll, die in Fig. 6 Taf. I abgebildete Einrichtung, wobei indeß zu bemerken, daß die Zeichnung, weil sie nur eine Horizontal-Projection ist, den herabgebogenen Theil der Haken nicht darstellt.

Die Haken bestehen aus Kupferdrähten von angemessener Dicke; sie gehen durch eingestochene Löcher von der Oberseite des Holzes zur Unterseite, und sind an dieser dem Zwecke gemäß umgebogen. An der rechten Seite sind, von oben gezählt, der 1^{te}, 3^{te}, 5^{te} und 7^{te} Haken mit dem Drahte *Z*, und der 2^{te}, 4^{te}, 6^{te} und 8^{te} mit dem Drahte *P* verbunden; an der linken Seite dagegen stehen der 2^{te} und 3^{te}, der 4^{te} und 5^{te}, der 6^{te} und

7^{te} mit einander in Verbindung, und die Haken an den Enden laufen in *O* und *H* aus.

Soll das Instrument gebraucht werden, so setzt man zuvörderst die Wippe mit ihren Stiften *bb* in die Vertiefungen *aa* der Unterlage, verbindet darauf die Enden *Z* und *P* durch angesetzte Drähte mit der primären Kette, z. B. einer Grove'schen, in der Weise, daß *Z* zum Zink und *P* zum Platin führt, und verknüpft auf ähnliche Weise *O* und *H* mit einem Voltameter.

Legt man die Wippe nun anfänglich so, daß die Haken *ho*, *ho*, . . . in die Löcher *ho*, *ho*, . . . tauchen, so ist die Ladungsbatterie mit der primären Kette verbunden, und, wenn ihre Zellen mit einer leitenden Flüssigkeit, z. B. mit verdünnter Schwefelsäure ¹⁾, gefüllt sind, empfangen, wie leicht zu ersehen, die mit den Löchern *h* verknüpften Platten Wasserstoff, und die anderen Sauerstoff.

Schlägt man hierauf die Wippe um, so daß die Haken *h'o'*, *h'o'*, . . . in die ähnlich bezeichneten Löcher tauchen, so wird die Verbindung der Platten mit der primären Kette aufgehoben, und sie werden dafür nach dem Princip der Säule unter sich und zugleich mit dem Voltameter verbunden. In Folge hievon tritt nun die Entladung der Batterie ein, die sich durch die im Voltameter bewirkte Wasserzersetzung sehr augenfällig zu erkennen giebt. Um diesen Proceß zu unterhalten, hat man nur die Wippe andauernd hin- und herzuführen, und das geschieht mit einem Finger, den man auf oder an das obere Ende eines der Stifte *b* setzt, sehr bequem, erforderlichenfalls leicht 3- bis 400 Mal in einer Minute.

Ein wesentlicher Punkt, auf den man wohl zu achten hat, ist der, daß immer die eine Hakenreihe ausgehoben

1) Die verdünnte Schwefelsäure, die zu allen hier beschriebenen Versuchen angewandt ward, enthielt 0,1 ihres Gewichts an englischem Vitriolöl.

sey, wenn die andere eingetaucht wird, niemals also beide zugleich das Quecksilber der respectiven Löcherreihen berühren; denn, wenn dieses geschieht, geht ein grosser Theil der Wirkung verloren, ja, bei raschem Gange der Wippe, so gut wie alle. Man muß also darauf sehen, daß die Stifte *b, b* die gehörige Länge haben und die Löcher nicht zu viel Quecksilber enthalten; dann kann der bezeichnete Uebelstand nicht eintreten. Andererseits darf man aber in der Verlängerung der Stifte und Verminderung des Quecksilbers auch nicht zu weit gehen; denn sonst verstreicht zwischen dem Ausheben der einen Hakenreihe und dem Eintauchen der andern zu viel Zeit, und das schwächt die Wirkung ebenfalls. Indefs scheint dieser letztere Umstand nicht so nachtheilhaftig zu seyn, als die gleichzeitige Eintauchung beider Hakenreihen.

Man hat übrigens hiebei noch zu erwägen, daß die Haken, besonders wenn sie von Kupfer sind, beim raschen Spiele der Wippe, das Quecksilber immer etwas mit in die Höhe ziehen, und daß daher bei einer solchen raschen Bewegung noch eine gleichzeitige Berührung beider Hakenreihen mit dem Quecksilber möglich ist, wenn sie bei ganz langsamer Umwendung der Wippe schon verhindert zu seyn scheint. Wenn endlich die Vertiefungen *a, a*, welche die Spitzen der Stifte *b, b* aufnehmen, nur einfach in die hölzerne Unterlage eingehohlet sind, wie es bei meinem Instrumente der Fall ist, das ich selbst angefertigt habe, so laufen sie sich durch längeren Gebrauch der Wippe aus, und man hat daher die Stifte von Zeit zu Zeit durch einen Schlag von oben etwas zu verlängern. Besser ist es, die Vertiefungen *a, a* durch konische Pfannen von Eisen ersetzen zu lassen, wodurch zugleich die Beweglichkeit der Wippe erhöht wird. Versieht man überdies die Stifte mit Schraubengewinde und Knopf, wie es in *b*, Fig. 7 Taf. II, angegeben ist, so kann man ihnen auch mit Bequemlichkeit die rechte Länge für die Höhe der Wippe geben.

Bei der eben beschriebenen Einrichtung wurden die Haken Enden *Z*, *P*, *H*, *O* mittelst der bekannten Schraubenklemmen (Ann. Bd. XXXIX S. 39 zweite Figur) durch Drähte mit respective der primären Kette und dem Voltameter verbunden. Es war dieß die ältere Einrichtung meines Instruments. Ich bin später zu einer anderen übergegangen, die jedenfalls den Vorzug besitzt. Wenn nämlich die erwähnten Verbindungsdrähte etwas dick sind, und man muß sie bisweilen etwas dick nehmen, um die Leitung nicht zu schwächen, so hindern sie das Spiel der Wippe, indem sie derselben durch ihre Steifigkeit keinen freien Fall mehr gestatten.

Um diesen Uebelstand zu entfernen, trenne ich jetzt die Wippe ganz von den Verbindungsdrähten. Ich biege nämlich die Enden *Z*, *P*, *H*, *O* zu Haken um, ähnlich den Haken *h*, *o*, *h'*, *o'*, und lasse sie in mit Quecksilber gefüllte Löcher greifen, welche an den Enden der beiden Löcher-Reihen *h o* und *h' o'* eingebohrt sind. Diese vier hinzugefügten Löcher werden nicht, wie die übrigen, paarweise durch Drähte verbunden, sondern isolirt gelassen; es wird aber in jedes derselben ein etwa zwei Zoll langer kupferner Stift eingeschlagen, an welchen durch eine Schraubenklemme der Verbindungsdraht befestigt wird, der früher an dem jetzt in dasselbe Loch tauchenden Haken-Ende saß. Auf diese Weise kann man die Verbindungsdrähte beliebig dick nehmen, ohne das Spiel der Wippe zu behelligen; auch läßt sich die Wippe leicht ausheben, und erforderlichenfalls gegen eine andere vertauschen, ohne daß man irgend etwas an der Drahtverbindung zu ändern braucht.

Dieß gilt nicht bloß für die eben beschriebene Wippe, sondern auch für alle folgenden, die sämmtlich in den Figuren noch nach der älteren Einrichtung gezeichnet sind.

II.

Ich benutze diese Gelegenheit, um noch einige Bemerkungen über die secundäre Batterie mitzutheilen.

Als ich früher (Ann. Bd. LX S. 572) die Wirkung einer solchen, mittelst der Wippe geladenen Batterie beschrieb, versäumte ich anzugeben, daß die dabei benutzten Platinplatten platinirt waren. Diefs ist nicht zu übersehen. Zwar giebt das Platin schon im blanken Zustande eine stärkere Wirkung als alle übrigen Metalle; allein um so kräftige Wirkungen als die beschriebenen zu geben, ist durchaus erforderlich, daß es platinirt, d. h. mit einem Ueberzug von höchst zertheiltem Platin bekleidet worden sey ¹).

- 1) Das Platiniren der Platinplatten, welches zuerst von Hrn. Alfred Smee angewandt (*Ann. of Philosophy*, 1840, Vol. XVI p. 315) und später von Hrn. Grove bei seiner Gasbatterie benutzt worden ist, geschieht, indem man die Platinplatten in eine Lösung von Platinchlorid stellt und mit einer Volta'schen Kette verbindet. Diejenige Platte, die mit dem Zink der Kette verknüpft ist, bekleidet sich dann mit einem Ueberzug von äußerst fein zertheiltem Platin. Dieser Ueberzug sitzt indeß nur locker auf den Platten, und man hat daher dieselben mit Vorsicht zu behandeln; man darf sie nicht abwischen oder abtrocknen, sondern nur mit Wasser abspülen. Ich habe sogar gefunden, daß der Ueberzug von selbst abspringt (wenigstens, wenn man unterlassen hat, die Platten vorher mit Salpetersäure abzukochen, und, nach Abspülung, ungetrocknet in die Platinlösung zu stellen), sobald er durch längere Einwirkung des Stroms eine zu große Dicke bekommen hat. Er zeigt dann etwas Zusammenhang, und, an der der Platte zugewandt gewesenen Seite, auch Metallglanz. Ich wende zum Platiniren gewöhnlich eine kleine Batterie von zwei Grove'schen Bechern an, und lasse dieselbe fünf Minuten wirken. Um einen gleichförmigen Ueberzug zu erhalten, ist es nöthig, daß die positive oder die mit dem Platin der Batterie verbundene Platte eben so groß sey als die negative, auf welche sich der Ueberzug niederschlägt; auch muß sie dieser gerade gegenüberstehen. Es ist natürlich vorzugsweise die der positiven Platte zugewandte Seite der negativen, die sich mit Platin bekleidet; will man also letztere Platte auf beiden Seiten gleich stark platinirt haben, so muß man sie nach fünf Minuten umwenden und den Proceß wiederholen. Ich fürchtete anfangs, daß die positive Platinplatte eine

Dies liegt nicht etwa daran, daß platinirtes Platin stärker polarisirt würde als blankes; im Gegentheile erfährt letzteres durch einen primären Strom von gleicher Stärke eine stärkere Polarisation als ersteres; ja Eisen in Lösung von Aetzkali oder kohlensaurem Natron wird noch stärker polarisirt als blankes Platin in verdünnter Schwefelsäure, und dennoch giebt eine damit construirte secundäre Säule nur eine höchst unbedeutende Wirkung.

Diese, in mancher Beziehung auffallende Erscheinung hat ihren Grund darin, daß die Stärke des secundären Stromes, außer dem Widerstand in seiner Bahn, von zwei Umständen bedingt wird, nämlich von der ursprünglichen GröÙe der elektromotorischen Kraft und von deren Beständigkeit. Jene ursprüngliche GröÙe der Kraft erhalten die Platten durch die Polarisation, und sie äußert sich schon, während die Platten polarisirt werden, durch ihre Rückwirkung gegen den primären Strom. So wie aber diese Kraft, nach Trennung der Platten von der primären Kette und gehöriger Verbindung derselben unter sich, zur freien Thätigkeit kommt, ruft sie an den Platten eine Polarisation in entgegengesetzter Richtung hervor, und diese muß unterdrückt oder mindestens geschwächt werden, wenn ein kräftiger Strom entstehen soll. Mit anderen Worten, um eine secundäre Batterie von großer Wirksamkeit zu erhalten, muß sie so beschaffen seyn, daß der Wasserstoff, welchen ihr Strom

Auflösung erleiden würde, wie es bekanntlich der Fall ist mit einer Goldplatte in Goldlösung, einer Silberplatte in Silberlösung, einer Kupferplatte in Kupferlösung u. s. w. (zu großem Nutzen für technische Zwecke, da hiedurch die genannten Auflösungen dasjenige von der einen Platte aufnehmen, was sie an die andere verlieren, und sich somit in unverändertem Zustand erhalten). Allein meine Befürchtung erwies sich ungegründet. Das durch den Strom zur positiven Platte geführte Chlor entwickelte sich daselbst gasförmig, ohne die Platte, wenigstens erheblich, anzugreifen. Dagegen zeigte sich die negative Platte, nach Befreiung von ihrem Ueberzuge, da, wo die Gränze der Lösung gewesen, immer etwas matt.

an denjenigen Platten zu entwickeln sucht, die mit dem Platin der primären Kette verbunden waren, und demgemäß Sauerstoff empfangen, fortgenommen oder an seiner Entbindung gehindert werde.

Dies eben geschieht durch das Platiniren, indem jener Ueberzug, vermöge der bekannten Eigenschaft des fein zertheilten Platins, den Wasserstoff, welchen der secundäre Strom an den negativen Platten zu entwickeln sucht, in seinem Entstehungs Augenblick mit dem Sauerstoff, den der primäre Strom daselbst entbunden hatte, zu Wasser vereinigt. Blankes Platin, besonders wenn es zuvor durch Kochen mit Salpetersäure und nachheriges Abspülen in Wasser, ohne Trocknen, wohl gereinigt worden, besitzt zwar auch diese Eigenschaft, aber lange nicht in dem Grade, und daher ist eine aus diesem Material construirte secundäre Batterie auch bei weitem nicht so wirksam wie eine aus platinirtem Platin.

Es ist jedoch, selbst im Fall die Platten den Querschnitt ihrer Zellen nicht ganz ausfüllen, nicht gerade nothwendig beide Seiten der Platten zu platiniren; es genügt schon, daß die einander zugewandten Seiten der Platten mit Platinpulver überzogen worden seyen. Der Proceß braucht sogar nur mit einer der Platten eines jeden Paares vorgenommen zu werden, nämlich mit der, an welcher der secundäre Strom Wasserstoff zu entwickeln sucht, und der primäre Sauerstoff entwickelt hatte.

Nachstehender Vergleich mag einen Begriff geben von der Verschiedenheit der Wirkungen, die man in den vier hier möglichen Fällen bekommt. Aus Platinplatten, die 1 Zoll breit waren, und 1,5 Zoll tief in verdünnte Schwefelsäure tauchten, wurden vier kleine Batterien gebildet, jede von zwei Paaren. Bei der ersten waren sämtliche Platten blank, bei der zweiten nur diejenigen blank, an denen der primäre Strom Sauerstoff, der secundäre also Wasserstoff zu entwickeln hatte, die übrigen platinirt; bei der dritten die letzteren blank und die

ersteren platinirt, bei der vierten endlich alle Platten platinirt.

Fünf Minuten lang mit einer kleinen Grove'schen Kette und der Wippe verbunden, lieferte No. 1 etwas mehr als ein Kbcmt. Knallgas im Voltameter, No. 2 ungefähr anderthalb, No. 3 dagegen dreizehn bis vierzehn Kbcmt., und No. 4 eben so viel.

Diese Resultate sind, was die Ketten No. 3 und 4 betrifft, bedeutend gröfser als die früher (Ann. Bd. LX S. 573) angegeben. Ich schreibe dies dem Umstand zu, dafs hier die gleichzeitige Eintauchung beider Hakenreihen möglichst vermieden war. Ich mufs indess bemerken, dafs ich zuweilen, bei gleicher Geschwindigkeit der Wippe, beträchtlich geringere Wirkungen erhalten habe, ohne einen Grund dafür auffinden zu können. Auch hat mir mitunter die Batterie No. 4 eine stärkere Wirkung gegeben als No. 3, während zu anderen Zeiten die Wirkungen beider gleich waren, und manchmal sogar die von No. 3 ein wenig das Uebergewicht hatte über die von No. 4. Aus dem Gesammtresultat der vielen Vergleiche, die ich in dieser Hinsicht machte, glaube ich jedoch schliessen zu dürfen, dafs die Platinirung der positiven Platten der Batterie (die, an denen der primäre Strom Wasserstoff entwickelt) keinen Vortheil bringt, und dafs man unzweifelhaft mit Batterien von der Kleinheit wie die No. 3 und No. 4 dreizehn Kubikcentimeter Knallgas in fünf Minuten erhalten kann.

Der pulverförmige Niederschlag, welcher sich hier so wirksam zeigt, besitzt, so wie er durch Wirkung eines galvanischen Stroms aus Platinlösung auf Platinplatten abgelagert wird, eine kohlschwarze Farbe. Er ist offenbar nichts als metallisches Platin im Zustande höchster Zertheilung, identisch mit dem *Platinmohr* der Chemiker. Wenn man die damit überzogenen Platten über der Flamme einer Weingeistlampe glüht, so verwandelt sich die schwarze Farbe derselben in eine graue, ähnlich

der des *Platinschwamms*, mit dem auch wohl jetzt der Ueberzug einerlei seyn möchte. In diesem, offenbar dichteren, Zustande ist er lange nicht mehr so wirksam als in dem schwarzen.

Den Beweis dazu liefert folgender Versuch. Zwei Plattenpaare, jedes Paar aus einer grauen und einer schwarzen Platinplatte bestehend, wurden zu einer Batterie zusammengesetzt, und, durch Vermittlung der Wippe, mit einer einfachen Grove'schen Kette verknüpft, in der Weise, daß diese bei einem Versuch den Sauerstoff an den grauen, und bei einem andern an den schwarzen Platten entwickeln mußte. Als nun die Wippe fünf Minuten lang mit derselben Geschwindigkeit wie bei den früheren Versuchen bewegt wurde (etwa 300 Mal in der Minute), erhielt ich, in dem in den Kreis der secundären Batterie eingeschalteten Voltameter, in dem ersten Fall 9 und in dem letzten $13\frac{1}{2}$ Kbcmt. Knallgas. Die grauen Platinplatten sind also, als negative Elemente der secundären Batterie angewandt, zwar wirksamer als die blanken, aber doch lange nicht so wirksam als die schwarzen.

Die angeführten Versuche zeigen genügend, daß es hauptsächlich darauf ankommt, die negative Platten, oder die, an welchen der secundäre Strom Wasserstoff zu entwickeln sucht, platinirt zu haben. Aus diesem Grunde, glaubte ich, würde man einen kräftigen Strom bekommen, wenn man die secundäre Batterie, statt aus lauter platinirten Platinplatten zu bilden, aus diesen und amalgamirten Zinkplatten zusammensetzte. Ich construirte demnach eine solche Batterie aus zwei Plattenpaaren, in verdünnte Schwefelsäure gestellt, und verband sie, mittelst der Wippe, mit einer einfachen Grove'schen Kette, in der Art, daß diese den Sauerstoff an den Platinplatten entwickeln mußte.

Die hier als secundär betrachtete Batterie ist eigentlich eine primäre, da sie schon für sich einen Strom ent-

wickelt. Indefs ist ihr Strom nur schwach oder wird es wenigstens sehr bald. Als ich die Wippe fünf Minuten in der Lage ruhen liefs, dafs diese Batterie geschlossen war, entwickelte sie im Voltameter kaum ein Sechstel Kubikcentimeter Gas. Ich setzte nun die Wippe eben so lange in Bewegung. Es entwickelten sich $4\frac{1}{2}$ bis 5 Kubikcentimeter Gas. Man sieht, die Wirkung ist zwar nicht unbedeutend, aber doch merklich geringer als die, welche eine gleich grofse Batterie aus lauter schwarz platinirten Platinplatten liefert. Diefs könnte zu den Schluss verleiten, eine mit Wasserstoff bekleidete Platinplatte sey ein positiveres Element als eine amalgamirte Zinkplatte; allein das ist doch nicht der Fall. Als ich ein einzelnes Paar von platinirtem Platin und amalgamirtem Zink, in verdünnte Schwefelsäure gestellt, eine Zeit lang mit einer einfachen Grove'schen Kette so verbunden hielt, dafs diese den Wasserstoff am Platin entwickeln mufste, und darauf durch Umlegung der Wippe das Paar rasch für sich schlofs, erwies sich mittelst des zugleich eingeschalteten Galvanometers das Zink immer positiv gegen das Platin. Vielleicht rührt die Erscheinung gerade eben von dieser gröfseren Positivität des Zinks her, indem nämlich dadurch mehr Wasserstoff zum Platin geführt werden mochte, als dieses mittelst seines Ueberzugs mit dem an ihm von der primären Kette entwickelten Sauerstoff zu verbinden im Stande war, wodurch denn das Platin nicht vollständig depolarisirt seyn würde.

Wie dem auch seyn mag, so erhellt doch aus Obigem, dafs die zuletzt untersuchte Combination nicht empfehlenswerth ist zur Errichtung einer secundären Batterie, es sey denn in öconomischer Hinsicht, da dabei die Hälfte der Platinplatten gespart wird. Allein in dieser Beziehung ist es doch vortheilhafter, Platten von Bunsen'scher *Kohle* anzuwenden, falls man sie haben kann. Eine Batterie aus zwei Paaren solcher Platten von 1 Zoll Breite, $1\frac{1}{2}$ Zoll tief in verdünnte Schwefelsäure ge-

taucht, gab mir innerhalb fünf Minuten 8 Kbcm. Knallgas im Voltameter. Ich zweifle nicht, daß größere Kohlenplatten, in größerer Anzahl genommen, eine recht ansehnliche Wirkung geben würden.

In meinem früheren Aufsatz habe ich bereits beiläufig bemerkt, daß die neuerdings von Hrn. Grove construirte Gas-Batterie (Annalen, Bd. LX S. 569) im Wesentlichen nichts anderes ist als eine secundäre Batterie. Sie verdankt, gleich der letzteren, ihre Wirksamkeit der Bekleidung ihrer Platten mit respective Sauerstoff und Wasserstoff, und der Unterschied zwischen beiden besteht allein in der Art, wie den Platten die Gase zugeführt werden. Bei der secundären Batterie werden diese Gase an den Platten selbst entwickelt; bei der sogenannten Gas-Batterie dagegen werden sie zuvor, außerhalb der Batterie, entweder chemisch oder elektrolytisch entbunden und dann erst mit den Platten in Berührung gesetzt. Diese letztere Bekleidungsweise der Platten ist aber, wie ich in einem späteren Aufsätze noch ausführlicher darthun werde, viel unvollkommener als die erstere, und daher giebt denn auch eine Grove'sche Gas-Batterie bei weitem nicht die Wirkung, welche mittelst der Wippe von einer secundären Batterie erhalten wird.

Ich will dies durch ein Beispiel belegen. In einem neueren Aufsatz über die sogenannte Gas-Batterie ¹⁾ sagt Hr. Grove unter anderem, daß ihm eine solche Batterie von zehn Zellen innerhalb 36 Stunden 2,1 engl. Kubikzoll Knallgas im Voltameter geliefert habe. Dies macht auf die Stunde 0,956 Kubikcentimeter.

Die vorhin erwähnte secundäre Batterie von nur zwei Paaren platinirter Platinplatten lieferte innerhalb fünf Minuten 13 Kbcm. Knallgas. Dies macht auf die Stunde

1) *On the gas voltaic battery etc. Phil. Transact. 1843, pt. II p. 91.* — Ich werde in der Folge noch einen Auszug von dieser Abhandlung mittheilen.

156 Kbcm., also das 163fache der Menge, welche die Gas-Batterie in derselben Zeit lieferte.

Gewiss ist dieser Vorsprung der secundären Batterie schon auferordentlich; aber noch auffallender stellt er sich, wenn man erwägt, dass die Platten dieser nicht blofs der Zahl nach fünf Mal geringer waren, sondern auch an Gröfse wenigstens zwei bis drittehalb Mal nachstanden, und dass überdies ihre Wirkung nur eine intermittirende war, die mit ihnen erhaltene Gasmenge in Wahrheit innerhalb noch nicht ganz der Hälfte der angegebenen Zeit entbunden ward.

Dennoch lehrt schon ein roher Ueberschlag, dass die beobachtete Wirkung der secundären Batterie weit unterhalb derjenigen bleibt, welche man der Theorie nach zu erwarten berechtigt wäre. Es beträgt nämlich die elektromotorische Kraft, welche den Platinplatten der secundären Batterie vermöge ihrer Polarisation durch die einfache Grove'sche Kette eingeprägt wird, mindestens fünf Sechstel von der Kraft dieser letzteren. Hienach stände zu erwarten, dass, bei gleicher Anzahl, Gröfse und gegenseitiger Entfernung der Platten, eine secundäre Platin-Batterie ungefähr fünf Sechstel von der Wirkung einer Grove'schen Batterie (d. h. einer aus Zink, in Schwefelsäure, und Platin, in Salpetersäure) thun würde; allein dies ist lange, lange nicht der Fall. Eine Grove'sche Batterie von zwei Plattenpaaren, von gleichen Dimensionen wie die der zuvor angewandten secundären Batterie, würde innerhalb fünf Minuten etwa 100 Kbcm. Knallgas liefern, also mehr als 7 Mal so viel wie letztere. Zwar ist der Widerstand in beiden Batterien nicht gleich; er ist in der Grove'schen, wegen der Salpetersäure, geringer; auch hat die secundäre Batterie, als eine intermittirend wirkende, nicht 13, sondern in der That mehr als 26 Kbcm. Gas innerhalb fünf Minuten geliefert. Allein, auch diese beiden Umstände in Erwägung gezogen, bleibt noch für die Wirkung der secundären Batterie ein auferordentlicher Ausfall.

Woher nun dieser grofse Kraftverlust? — Ich will nicht gerade mit aller Bestimmtheit hierüber entscheiden; allein es scheint mir doch keine andere Erklärung nöthig zu seyn als die, durch welche ich am Anfange dieses Abschnitts begreiflich zu machen suchte, weshalb überhaupt die Stärke secundärer Ströme, bei gleichem Widerstande, nicht der ursprünglichen Gröfse ihrer elektromotorischen Kraft entspricht.

Jeder elektrische Strom, welcher eine Flüssigkeit durchläuft und sie dabei zersetzt, sucht durch Anhäufung der ausgeschiedenen Stoffe an den Platten eine sogenannte Polarisation zu bewirken, und er ist daher, bei unverändertem Werth der ursprünglichen elektromotorischen Kraft und des Widerstandes, nur constant, wenn eine zweite Kraft hinzutritt, welche diese Polarisation entweder völlig aufhebt, oder in einer bestimmten Gröfse erhält. Bei den sogenannten constanten Ketten liegt diese zweite Kraft in der Flüssigkeit, welche die negative Platte umgiebt, in der Salpetersäure, Chromsäure, Kupferlösung u. s. w.; bei den mit Platin construirten secundären Batterien liegt sie in der Eigenschaft dieses Metalls, Wasserstoff mit Sauerstoff zu vereinigen.

Offenbar ist aber diese zweite Kraft ganz unabhängig von der ersten, der stromerregenden Kraft. Sie steht hinsichtlich ihrer Stärke durchaus in keiner Beziehung zu ihr, und es fragt sich daher, ob sie unter allen Umständen eine solche Gröfse besitze, dafs sie dieser angemessen sey. Bei Flüssigkeiten, wie Salpetersäure, Chromsäure, Kupferlösung u. s. w., die in den sogenannten constanten Ketten durch eine rein chemische Wirkung das Auftreten des Wasserstoffs an der negativen Platte verhindern, und somit die Polarisation unterdrücken, läfst sich wohl annehmen, dafs sie diese Function für jede Stärke des Stroms in vollem Maafse verrichten. Allein beim Platin, das den Wasserstoff nicht selber bindet, sondern nur dessen Vereinigung mit Sauerstoff vermittelt, ist es anders. Wir sehen hier die depolarisirende

Kraft bei den schwarz platinirten Platten größer als bei den grauen, und bei diesen größer als bei den blanken. Man kann daher wohl fragen, ob sie denn auch bei den ersteren Platten so groß sey, um jede durch den Strom entwickelte Menge Wasserstoff im Entstehungsaugenblick wieder mit Sauerstoff zu verbinden. Wenn dieß nicht der Fall ist, wenn ein Ueberschuß an Wasserstoff bleibt, so muß der Strom nothwendig geschwächt werden, unterhalb der Stärke bleiben, die er vermöge der ursprünglichen elektromotorischen Kraft und dem vorhandenen Widerstande annehmen könnte.

Dieß, glaube ich, ist wirklich der Fall. Dafür scheint mir eine Beobachtung zu sprechen, die man an jedem polarisirten Platinpaar machen kann, am besten jedoch an einer Grove'schen Gas-Kette, da bei dieser die Gase, welche die Platten umgeben, eingeschlossen sind, und sich also von einem Entweichen derselben etwanige Veränderungen der Stromstärke nicht herleiten lassen.

Bei einer solchen Gaskette, deren Platten schwarz platinirt waren, habe ich nun oft bemerkt, daß wenn man sie durch einen Draht von großem Widerstande schließt und demgemäß ihren Strom sehr schwächt, dieser Strom Stunden lang eine vollkommene Constanz besitzt, daß er dagegen rasch abnimmt, sobald man ihn durch Verringerung des Widerstandes auf eine beträchtliche Stärke gebracht hat ¹⁾. Man ist dann genöthigt die Kette zu öffnen und längere Zeit ungeöffnet stehen zu lassen, um die anfängliche Stromstärke wieder zu erhalten.

Diese Constanz bei schwachem, und Inconstanz bei starkem Strom scheint mir ganz ungezwungen zu dem Schlusse zu führen, daß das platinirte Platin innerhalb einer gewissen Zeit nur eine gewisse Menge Wasserstoff

1) Hienach ist die Angabe von Matteucci über die Constanz des Stroms der Gaskette (*Compt. rend. T. XVI p. 846*) zu berichtigen.

mit Sauerstoff zu vereinigen im Stande ist. Und wenn man dieses zugeibt, ist auch erklärlich, weshalb die Stärke des mittelst der Wippe erhaltenen secundären Stroms viel geringer ist als sie nach der Theorie seyn sollte.

Ich habe einen Versuch gemacht, den vorausgesetzten Mangel in der depolarisirenden Eigenschaft des Platins zu ergänzen. Ich habe nämlich diejenigen Platten der secundären Batterie, welche von der primären Kette Sauerstoff empfangen, in Thonkasten gestellt, die Salpetersäure von 1,3 spec. Gew. enthielten, und, zur Aufnahme der andern Platten, mit verdünnter Schwefelsäure umgeben waren. Ich habe indess keinen Nutzen von dieser Anordnung gesehen. Die Platinplatten, welche blank waren, gaben keine grössere Wirkung als früher ohne Salpetersäure. Ich bin bisjetzt verhindert worden, diese Versuche fortzusetzen und andere secundäre Batterien mit zwei Flüssigkeiten zu construiren.

Eben so wenig Nutzen habe ich von der Anwendung concentrirter Salzsäure gesehen. Ich erwartete eine grosse Wirkung, da diese Säure durch den Strom der polarisirenden Kette in Chlor und Wasserstoff zerlegt wird. Allein die Wirkung war unvergleichlich schwächer als bei Füllung der Tröge mit verdünnter Schwefelsäure, besonders wenn das Chlor an platinirten und der Wasserstoff an blanken Platinplatten entwickelt wurde. Auch war die Wirkung träge; denn ein langsames Umliegen der Wippe hatte, abgesehen von der dazu erforderlichen Zeit, sichtlich eine grössere Wirkung als ein schnelles. Bei einzelnen Umliegungen der Wippe zeigte sich deutlich, dass die Gasentbindung im Voltameter immer erst einige Zeit nach dem Moment der Schliessung der secundären Batterie ihr Maximum erreichte. Als der Apparat auseinandergenommen wurde, erwies sich das Platin bedeutend angegriffen, in dem Grade, dass wenn der primäre Strom das Chlor an den platinirten Platten entwickelt hatte, diese von ihrem schwarzen Ueberzug

gänzlich befreit waren. Offenbar lag hierin der Grund der schwachen Wirkung, denn allemal, wenn das Metall angegriffen wird, ist die Polarisation schwach, wenigstens bei einem Strom von geringer Stärke und kurzer Dauer.

Was ich hier so eben von der Trägheit der Wirkung gesagt habe, zeigt sich, in geringerem Grade, auch bei Anwendung verdünnter Schwefelsäure, also bei Bekleidung der Platten mit Sauer- und Wasserstoff. Die Vereinigung der vom primären Strom entwickelten Gase mit denen, welche der secundäre erzeugt, erfolgt am Platin, auch wenn es platinirt ist, offenbar nicht nur nicht vollständig, sondern auch nicht ganz momentan, und darin liegt sicher mit ein Grund, weshalb die Wirkung der secundären Batterie unterhalb derjenigen bleibt, die man theoretisch zu erwarten berechtigt ist.

Schließlich will ich noch ein Paar mit dem Gegenstande dieses Abschnitts zusammenhängende Beobachtungen mittheilen.

Die erste ist die, daß die Wirkung der secundären Batterie, nämlich die Wasserzersetzung im Voltameter, oft nicht augenblicklich mit dem Beginn des Spiels der Wippe eintritt, sondern erst nach einigen Secunden. Wenn alle Platten aus platinirtem Platin bestanden, habe ich dieß wohl nicht beobachtet; aber merklich war es schon, wenn ich zu denjenigen Platten, welche von der primären Kette Wasserstoff empfangen, blankes Platin genommen hatte, und recht auffallend trat es hervor, wenn dieselben aus blankem Kupfer bestanden. Bei dieser Combination aus blankem Kupfer und platinirtem Platin, die überhaupt nur eine schwache Wirkung giebt, mußte die Wippe wohl 10 Secunden lang bewegt werden, ehe Bläschen in merklicher Menge an den Platten des Voltameters austraten. Das war nicht bloß beim ersten Versuch der Fall, wo man glauben könnte, es haftete den Kupferplatten eine dünne Luft- oder Schmutzschicht an,

sondern zeigte sich auch zu Anfange eines jeden folgenden Versuches. Es scheint demnach als müßten die Platten sich erst an den raschen Wechsel der Stromesrichtung gewöhnen.

Die zweite Thatsache besteht darin, dafs wenn man blanke Platinplatten zu der secundären Batterie anwendet, und sie längere Zeit, die indess nicht über eine halbe Stunde zu gehen braucht, einem raschen Spiel der Wippe aussetzt, diejenigen Platten, welche hiebei von der primären Kette Wasserstoff empfangen, sich hernach mit einem braunen oder schwarzen Anflug bekleidet finden. Je länger das Spiel der Kette fortgesetzt wird, desto stärker wird dieser Ueberzug, und er zeigt sich, wenigstens wenn dieß Spiel nicht gar lange unterhalten wird, nur an den bezeichneten Platten, nicht an den andern.

Da bei dem Spiel der Wippe der primäre und der secundäre Strom rasch und in entgegengesetzter Richtung zwischen den Platten der Batterie mit einander wechseln, so könnte man vielleicht die erwähnte Erscheinung mit derjenigen identificiren, welche Hr. De la Rive bei den rasch hin- und hergehenden magneto-elektrischen Strömen beobachtet hat ¹⁾. Sie mag auch wohl gleichen Ursprungs mit dieser seyn, aber ganz identisch mit derselben ist sie doch nicht; denn auch in dem mit der secundären Batterie verbundenen Voltameter, wo der Strom zwar intermittirend durchgeht, aber seine Richtung nicht wechselt, habe ich diejenige Platte, an welcher sich der Wasserstoff entwickelt, nach längerer Zeit braun anlauend gefunden. Ich möchte glauben, dieser Anflug, der übrigens in Salpetersäure unlöslich ist, und sich nur durch mechanische Mittel entfernen läßt, dadurch aber leicht, sey Platin, das in Folge der stoßweisen Wirkung des Stroms von der andern Platte gelöst und auf diese abgesetzt worden ist. Bekanntlich üben auch continuirliche

1) S. Annalen, Bd. XXXXV S. 166 und 420 auch Bd. LII S. 521.

Ströme diese Wirkung aus, aber sie bedürfen dazu einer ungleich größeren Stärke.

III.

Die in Abschnitt I beschriebene Wippe gestattet noch einige andere Anwendungen, die für die nähere Kenntniss der Polarisation von Nutzen sind. Ich will daher die vorzüglichsten derselben hier mittheilen.

So zunächst läßt sich die Thatsache, daß der auf angegebene Weise erhaltene secundäre Strom eine größere elektromotorische Kraft als der ihn erzeugende primäre besitzt, eben so augenfällig wie durch die Wasserzersetzung mittelst des Galvanometers darthun. Es geschieht, indem man die beiden Ströme direct gegen einander wirken läßt.

Zu dem Ende verbindet man die Wippe mit der einfachen Grove'schen Kette, welche den primären Strom liefert, auf doppelte Weise, nämlich erstens in *Z* und *P* (Fig. 6 Taf. I), und dann in *H* und *O*, solchergestalt, daß *H* zum Zink und *O* zum Platin führt, wie es Fig. 3 Taf. II angiebt, wo durch *c*, *d*, *e*, *f* die erste, und durch *c'*, *d'*, *e'*, *f'* die zweite Drahtverbindung vorgestellt ist. Die letztere muß irgendwo ein Galvanometer eingeschaltet enthalten.

Wenn nun die Wippe aus der Lage, bei welcher die Haken *h*, *o*, . . . in die für sie bestimmten Quecksilberlöcher tauchen, und demgemäß die Platten polarisirt werden, in ihre zweite Lage gebracht wird, so wirkt der secundäre Strom dem primären entgegen, und die Galvanometernadel zeigt durch die Richtung ihres ersten Ausschlags sogleich unzweideutig, daß der secundäre Strom das Uebergewicht hat, mithin seine elektromotorische Kraft größer ist als die des primären. Diefes ist der Fall nicht bloß wenn die secundäre Batterie aus vier oder mehr Plattenpaaren besteht, sondern auch, wenn sie deren nur drei oder zwei enthält.

Es findet aber begreiflich nicht mehr statt, wenn man die Batterie auf ein einziges Plattenpaar reducirt hat, da, wenn ein solches durch eine einfache Kette polarisirt wird, der Strom der letzteren immer seine ursprüngliche Richtung behält und niemals ganz auf Null zurückkommt. Der Strom eines einzigen, durch eine Grove'sche Kette polarisirten Platinpaares besitzt indess eine größere elektromotorische Kraft als z. B. eine Daniell'sche Kette. Diefs läßt sich zeigen, wenn man die Drahtleitung *c'*, *d'*, *e'*, *f'*, welche das Galvanometer enthält, von der Grove'schen Kette ablöst und mit einer Daniell'schen Kette verbindet, in der Weise, daß auch deren Zink mit dem Drahte *c'* verknüpft ist. Ladet man nun zunächst das Paar durch die Grove'sche Kette, die in der Drahtleitung *c*, *d*, *e*, *f* gelassen ist, und schlägt hierauf die Wippe um, so giebt der Ausschlag der Galvanometernadel sogleich das obige Resultat zu erkennen.

Läßt man die Wippe eine Zeit lang ruhig in der letzten Lage, so sieht man die Magnetonadel langsam auf den Meridian zurückkehren. Diefs war wohl zu erwarten; aber bemerkenswerth ist es, daß sie in dieser Nulllage nicht verharret, sondern in einiger Zeit nach der andern Seite ausschlägt, also zu Gunsten der Daniell'schen Kette. Diese Kette, geschweige daß sie Platinplatten so stark wie die Grove'sche polarisiren könnte, ist also nicht einmal im Stande, dieselben auf einer der ihrigen gleichen elektromotorischen Kraft zu erhalten. Dieser Versuch ist einer der vielen Beweise, daß die Polarisation bedingt wird von der Stärke des Stroms. Uebrigens zeigt sich dieselbe Umkehrung, wenn man, wie oben, eine secundäre Batterie von vier, drei oder zwei Platinpaaren gegen die Grove'sche Kette wirken läßt; auch hier kehrt die Nadel bald in den Meridian zurück und schlägt darauf zu Gunsten der letzten Kette aus, weshalb es denn auch zu dem obigen Resultat nöthig ist, sich nur an den ersten Ausschlag zu halten.

Um in dem zuvor beschriebenen Versuch die secundäre Batterie folgeweise von vier Plattenpaaren auf drei, zwei und eins zurückführen zu können, ohne genöthigt zu seyn, Tröge fortzunehmen, ist die Mitte eines jeden Bügels, den ein Hakenpaar $h' o'$ bildet, zu einem Stifte geformt, um daran mittelst einer Klemme das Ende f' der Drahtleitung $d' e' f'$ (Fig. 3 Taf. II) zu befestigen. In Ermanglung dieser Vorrichtung kann man auch die Drahtleitung $d' e' f'$ lassen, wie sie in der eben genannten Figur ist, und die Ausschließung der Plattenpaare, die man nicht in der Batterie haben will, durch einen Bügel von dickem Kupferdraht bewerkstelligen, den man in zwei der Quecksilberlöcher der Reihe $h' o'$ steckt.

Es mag auch hier bemerkt seyn, dafs wenn man die Drahtleitung $c' d' e' f'$ im umgekehrten Sinn mit der Grove'schen Kette verbindet, nämlich c' mit dem Platin und d' mit dem Zink, alsdann, beim Umlegen der Wippe in die Löcherreihe $h' o'$, der früher (Ann. Bd. LX S. 577) erwähnte Fall eintritt, nämlich der primäre Strom in gleicher Richtung mit dem secundären geht, folglich die vereinigte Wirkung beider Ströme erhalten wird.

Eine andere Anwendung, welche die bisher beschriebene Wippe zuläfst, besteht in der quantitativen Bestimmung der elektromotorischen Kraft eines polarisirten Plattenpaars.

Das Verfahren dazu ist im Wesentlichen dasselbe, welches ich überhaupt zur Bestimmung der Kraft inconstanter Ströme vorgeschlagen und in den Annalen, Bd. LIV S. 160 ausführlich entwickelt habe. *ZP*, *ZP* Fig. 4 Taf. II stellt die Batterie vor, welche das Plattenpaar *OH* polarisirt und zugleich die Kraft hergiebt, durch welche die bewirkte Polarisation gemessen wird. Diese Batterie wird zunächst durch die Drahtleitung *cdef* mit der Wippe *bb* verbunden. Es ist dann klar, dafs, wenn die Wippe mit ihren Haken in die Löcher *h, o* greift, der Strom durch das Plattenpaar geht und dasselbe po-
la-

larisirt, in der Weise, daß sich Wasserstoff an *H* und Sauerstoff an *O* entwickelt.

Um die entstandene Polarisation zu messen, wird die Batterie noch durch eine andere Drahtleitung mit dem Plattenpaar verknüpft. Diese Leitung besteht aus drei Drähten: zunächst aus dem Draht *c'*, der von dem vorderen Zink *Z* der Batterie zur Platte *H*, oder, was dasselbe ist, zum Quecksilberloche *h'* führt (nicht zur Wippe, wie aus Versehen in der Zeichnung, Taf. II Fig. 4, angegeben ist); zweitens aus dem Draht *ss*, der das hintere Platin *P* der Batterie mit dem Haken *h'* der Wippe verknüpft, und drittens aus dem Drahte *d'e'f'*, der dasselbe Platin *P* mit dem Haken *o'* der Wippe in Verbindung setzt. Der Draht *ss* muß irgendwo die Sinusbussole eingeschaltet enthalten, und der Draht *d'e'f'* irgendwo ein empfindliches Galvanometer.

Wenn nun die Wippe umgelegt wird, damit die Haken *h'*, *o'* in die entsprechenden Löcher greifen, so kommen die Drähte *ss* und *d'e'f'* mit dem polarisirten Plattenpaar in Verbindung, und es findet dann sowohl in diesen Drähten, wie in dem Drahte *c'*, der schon mit der Platte *H* verknüpft war, eine Wirkung beider Elektrizitätsquellen gegen einander statt.

Nach der früher von mir (Annal. Bd. LIV S. 180) entwickelten Compensationsmethode wird, bei einer gewissen Länge des Drahtes *ss*, der in dem Drahte *d'e'f'* vorhandene Strom vernichtet, und, wenn dieses erfolgt ist, giebt das Product aus dem Widerstand des Drahtes *ss* in die darin vorhandene Stromstärke das Maafs für die elektromotorische Kraft der polarisirten Platten. Um also dieses Maafs zu erhalten, hat man die Länge des Drahtes *ss* so lange abzuändern, bis das Galvanometer in dem Drahte *d'e'f'* keine Ablenkung mehr zeigt, dann an der Sinusbussole die Stromstärke in dem Drahte *ss* zu messen und dieselbe mit dem Widerstand dieses Drahtes zu multipliciren. Das Product ist die gesuchte Gröfse.

Die Ausführung dieser Methode erfordert einige Vorichtsmaafsregeln, da die Kraft des polarisirten Plattenpaares, wenn sie nicht stetig erneuert wird, nur eine vorübergehende ist. So mufs man, da die richtige Länge des Drahts ss nur nach mehreren successiven Proben gefunden werden kann, nach jeder solchen Probe die Wippe in die Löcher h , o zurückschlagen, damit bei der folgenden die Platten wieder mit ihrer ursprünglichen Polarisation wirken können. Vor Allem aber hat man darauf zu sehen, dafs die Eintauchung der Haken h' , o' in die entsprechenden Löcher, also die Entgegensetzung der Kräfte beider Elektrizitätsquellen, so momentan wie nur immer möglich geschehe. Unterhält man den Schlufs zu lange (wenn man dem Gleichgewichtspunkt schon nahe ist, auch nur eine halbe Secunde), so bekommt die constante Kette, deren Kraft sich in jedem unmeßbaren Augenblick erneut, nothwendig immer das Uebergewicht, und so kann es geschehen, dafs man keine Ablenkung der Galvanometernadel beobachtet, oder eine zu Gunsten der constanten Kette, wenn deren Kraft in der That schon kleiner war als die anfängliche des polarisirten Plattenpaares. Man hat daher die Proben oft zu wiederholen. So lange man bei momentanem Eintauchen der Haken in die Löcher h' , o' noch ein anfängliches Zucken der Nadel zu Gunsten des polarisirten Plattenpaares beobachtet, kann man gewifs seyn, den rechten Punkt noch nicht erreicht zu haben, da sich durch kein Versehen die Kraft dieses Paares zu grofs finden läfst. Hat man endlich die richtige Länge des Drahts ss gefunden, so mufs, bevor man die Stärke des in demselben vorhandenen Stromes mifst, der Draht $d'e'f'$ von der Wippe abgelöst oder am Galvanometer geöffnet werden, weil sich sonst darin wieder ein Strom einstellt, was nothwendig die gemessene Stromstärke fehlerhaft machen würde.

Die eben beschriebene Methode zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft polarisirter Plattenpaare ist, vom

theoretischen Standpunkt betrachtet, vielleicht besser als die gewöhnliche, bei welcher man diese Kraft als unabhängig von der Stromstärke ansehen muß, denn sie braucht diese Voraussetzung nicht zu machen, und schließt überdies jede Idee von Mitwirkung eines Uebergangswiderstandes aus. Zwar habe ich bisher, nach ihr, etwas kleinere Werthe für die Polarisation erhalten als nach jener gewöhnlichen Methode; allein ich kann dies nur dem Umstande zuschreiben, daß die Compensationen noch nicht momentan genug ausgeführt wurden. Das einmalige Umlegen der Wippe, hin und her, welches hiezu verlangt wird, kann mit der Hand nicht so rasch, sicher und gleichmäßig bewerkstelligt werden, wie es erforderlich ist. Die Wippe muß dazu nothwendig mit einer mechanischen Hülfsvorrichtung versehen seyn, und erst, wenn diese angebracht ist, läßt sich erwarten, genaue Resultate zu erhalten. Ich denke in einiger Zeit eine solche Vorrichtung anbringen zu lassen; mittlerweile kann man sich schon, ohne dieselbe, durch Umlegen der Wippe mit freier Hand, überzeugen, daß die Polarisation, welche einem in verdünnter Schwefelsäure stehenden Platinpaar durch eine Batterie von zwei Grove'schen Ketten eingeprägt wird, eine größere elektromotorische Kraft besitzt als eine einfache Kette der genannten Art, was, mit Rücksicht auf das S. 607 Gesagte, wiederum ein Beweis ist, daß die Polarisation bedingt wird von der Stärke des hervorrufenden Stroms.

Eben deshalb ist zur Vervollständigung der hier behandelten Methode nothwendig, die Stärke des polarisirenden Stroms zu messen. Hiezu stehen zwei Wege offen. Entweder kann man die Sinusbussole, bevor man sie mit dem Drahte *ss* verknüpft und nachdem man die Kraft des polarisirten Plattenpaares bestimmt hat, in den Draht *def* einschalten und beide Male eine Messung machen; bei gehöriger Constanz der Batterie läßt sich dann ohne Gefahr annehmen, daß das Mittel aus den

gefundenen Werthen nicht merklich von der in der Zwischenzeit stattgefundenen Stromstärke abweiche. Oder, wenn das Instrument mit zwei Drähten versehen ist, kann man den einen derselben mit *def* und den andern mit *ss* verknüpfen, wodurch man den Vortheil hat, den polarisirenden Strom in *def* unmittelbar vor oder nach dem compensirenden in *ss* messen zu können, und zwar so oft als man es für nöthig hält. Uebrigens muß, bei Messung des polarisirenden Stroms, die Bussole nothwendig in den Draht *def* und nicht in den Draht *c* eingeschaltet seyn, weil, auch wenn die Haken *h*, *o* in die entsprechenden Löcher tauchen, ein Theil des Stroms durch den Draht *c'* zu den Platten geführt wird.

IV.

Mittelst der bisher betrachteten Form der Wippe und der zuletzt beschriebenen Compensationsmethode lassen sich alle Umstände untersuchen, die auf die Polarisation von Einfluß sind. Indefs stützen sich die Zahlenwerthe, welche man aus den Messungen ableitet, auf eine Reihe von Schlüssen, die nicht Jedermann geläufig sind, und wenn sie es auch sind, doch nicht denjenigen Grad von Ueberzeugung gewähren, der aus vergleichenden, das Resultat unmittelbar vor Augen legenden Versuchen hervorgeht. Deshalb scheint es mir nicht ohne Nutzen, ein Paar Abänderungen der Wippe kennen zu lehren, die sich ganz vorzüglich zu solchen Oculardemonstrationen eignen.

Eine derselben sieht man in Fig. 7 Taf. I abgebildet. Sie ist bestimmt, zwei Plattenpaare durch einen Strom von gleicher Stärke zu polarisiren und sie darauf einander entgegenwirken zu lassen, um, mittelst des Galvanometers zu sehen, welches von ihnen die stärkere Polarisation erhalten hat, sey es ursprünglich oder in Folge später eingeführter Umstände.

Diese Wippe hat an jeder Seite nur vier Haken,

weshalb auch von der Unterlage an jeder Seite nur vier Löcher gebraucht werden. Durch die Haken h , o , h'' , o'' , deren erster und letzter respective mit dem Zink Z und dem Platin P der polarisirenden Kette verknüpft werden, wird, wenn sie in ihre Löcher tauchen, der Strom den beiden Plattenpaaren zugeführt, in der Weise, daß er sie nach einander durchläuft, und folglich in beiden gleiche Stärke besitzt. Schlägt man nun die Wippe um, so werden, wie aus der Zeichnung erhellt, die beiden mit Wasserstoff bekleideten Platten durch die Haken h' , h'' unter sich in Verbindung gesetzt, und eben so die mit Sauerstoff bekleideten durch die Haken o' , o'' , sobald man die Enden GG durch einen Draht mit einander verknüpft hat. Ist also in diesem Draht ein Galvanometer eingeschaltet, so giebt dessen Nadel sogleich zu erkennen, ob eins der Plattenpaare, und welches von ihnen, stärker als das andere polarisirt worden ist.

Unter den verschiedenen, auf die Polarisation einwirkenden Umständen, deren Einfluß durch diese Wippe augenfällig und ganz unzweideutig nachgewiesen werden können, möchten folgende die wichtigsten seyn.

1) *Stärke des Stroms*, ich meine die Gesamtstärke, die Stärke in einem gesammten Querschnitt der Stromesbahn, das, was Ohm GröÙe des Stroms nennt. In neuerer Zeit ist von drei angesehenen Physikern, von Wheatstone und Daniell einerseits ¹⁾ und von Lenz andererseits ²⁾, behauptet worden, daß diese Stromstärke keinen Einfluß auf die Polarisation habe, daß vielmehr die Polarisation für Platten und Flüssigkeiten gegebener Art eine constante GröÙe sey. Alle drei stützen ihre Behauptung auf zahlreiche Messungen; nichts destoweniger muß ich ihnen aufs Bestimmteste widersprechen, und die ältere Lehre, nach welcher die Polarisation von der Stromstärke abhängig ist, für die richtige erklären.

1) Annalen, Bd. LX S. 388.

2) Annalen, Bd. LIX S. 203 und 407.

In einer künftigen Abhandlung werde ich zu zeigen suchen, durch welche Umstände die genannten Physiker irre geleitet worden sind. Hier will ich mir nur, in Bezug auf ihre Untersuchungen, die Bemerkung erlauben, daß schon aus dem Resultat derselben die Unrichtigkeit des von ihnen aufgestellten Satzes hervorgeht.

Sie fanden nämlich übereinstimmend, bei verschiedenen Versuchen, die elektromotorische Kraft eines polarisirten Plattenpaars zwei, drittheil, ja drei Male so groß als die einer Daniell'schen Kette. Ich habe keinen Grund dieses Resultat in Zweifel zu ziehen, da ich bei eigenen Versuchen jene Kraft schon über das Doppelte von dieser steigen sah. Wenn nun aber die Polarisation unter allen Umständen, für jede Stromstärke, eine solche Größe besäße, so hätte dies die nothwendige Folge, daß, wenn man eine Daniell'sche Kette, und selbst eine Grove'sche, mit einem in verdünnter Schwefelsäure stehenden Platinpaar verbinde, der Strom rückwärts liefe! — Daß dies nicht der Fall ist, daß vielmehr der polarisirende Strom unter allen Umständen seine Richtung behauptet, und niemals auch nur ganz auf Null herabkommt, bedarf wohl keiner Versicherung.

Was nun aus dieser Betrachtung hervorgeht, läßt sich vermittelst der Wippe in sehr entschiedener Weise experimentell bestätigen. Das Verfahren dazu ist folgendes:

Man verbinde eine Grove'sche Kette oder eine Batterie aus mehren solchen Ketten, wie es Fig. 5 Taf. 2 zeigt, durch den Draht *cf* mit der Wippe, und die Quecksilberlöcher *o'*, *h'*, *o'*, *h'* mit zwei in verdünnter Schwefelsäure stehenden Platinpaaren *OH*, *OH*, von gleichen Dimensionen. Hiedurch werden beide Paare hinter einander von einem Strom von gleicher Stärke durchlaufen. Jetzt schlage man die Wippe um; alsdann werden die Paare von der polarisirenden Batterie getrennt und einander entgegengestellt.

Wenn beide Plattenpaare von ganz identischer Be-

schaffenheit wären, würde hiebei die Nadel des im Draht *c'f'* befindlichen Galvanometers vollkommen in Ruhe bleiben. Das ist jedoch selten oder nie der Fall. Ganz in der Regel macht sie, nach Umlegung der Wippe, einen kleinen Ausschlag zu Gunsten des einen oder des andern Paares. Ich will annehmen, es geschehe zu Gunsten des oberen Paares in der Figur.

Um den Versuch ganz unzweifelhaft zu machen, verbindet man also, nachdem man die Wippe zurückgeschlagen hat, die zu jenem Plattenpaare führenden Haken *h_o* durch die Enden eines Drahtes *g*¹⁾. Nun wird der Strom nicht mehr in gleicher Stärke durch beide Plattenpaare gehen; er wird zwischen den Platten des oberen Paares schwächer seyn, weil dort ein Theil desselben durch den Draht *g* abgeleitet worden ist.

Legt man hierauf die Wippe wieder um, so wird dieses Paar, welches vorher bei gleicher Stromstärke sogar das etwas stärker polarisirte war, jetzt ganz entschieden von dem andern, das keine Ableitung erfuhr, überwältigt werden. Man mag diesen Versuch verändern wie man will: so lange der Draht *g* nur einen irgend erheblichen Theil des Stromes ableitet, zeigt die Galvanomernadel unzweideutig, daß das entsprechende Plattenpaar eine schwächere Polarisation erlitten hat als das andere, welches von einem stärkeren Strom durchlaufen worden ist.

Sehr leicht ist es bei diesem Versuch die Stromstärke in beiden Zellen zu bestimmen. Dazu braucht man nur die Sinusbussole folgeweise in den abgeleiteten Strom *g* und in den Hauptstrom *c* einzuschalten, und, damit hiedurch keine Aenderung in den Strömen entstehe, dort, wo man sie einschaltet, den Widerstand um so viel zu verringern, als er durch ihren Draht vergrößert werden würde. Auf diese Weise fand ich z. B., als zwei Paare Platinplatten von 1 Zoll Breite, 2½ Zoll

1) In der Figur 5 Taf. II ist dieser Draht irrtümlich als mit den Löchern *h_o* verbunden gezeichnet.

tief in verdünnte Schwefelsäure getaucht, durch eine Batterie von vier Grove'schen Ketten polarisirt wurden, und g ein Neusilberdraht von 61,64 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ Lin. Dicke war, die Stromstärke in $c = \sin 85^\circ 55'$ entsprechend 13,26 C.C. Knallgas in 1' ¹⁾ in $g = \sin 25^\circ 36'$ 5,75

Es betrug mithin die Stromstärke zwischen dem einen Plattenpaar 13,26 C.C. und zwischen dem andern $= 13,26 - 5,75 = 7,51$ C.C. Als die Wippe umgelegt ward, hatte das erstere Paar so entschieden das Uebergewicht, daß die Nadel des Galvanometers mit Gewalt gegen die Hemmung schlug.

2) *Dichtigkeit des Stroms* oder Stärke desselben in den einzelnen Punkten seines Querschnitts, das, was Ohm Intensität des Stroms nennt, und eigentlich immer so genannt werden sollte, wenn dieses Wort nicht schon zu gewöhnlich für die Gesamtstärke des Stroms gebraucht würde. Diese Intensität, welche, wenn man sie in jedem Punkte eines Querschnitts der Strombahn als gleich ansehen kann, dem Quotienten aus der Division der Gesamtstärke durch die Größe des Querschnitts gleich ist, ist es eigentlich, welche auf die Polarisation Einfluß hat, da von ihr die Gasmenge abhängt, mit welcher jeder Punkt der Metallplatten bekleidet wird. Die Gesamtstärke fällt nur mit ihr zusammen, wenn der Querschnitt der Strombahn unverändert bleibt oder bei den verglichenen Metallpaaren gleiche Größe hat.

Der Einfluß dieser wahren Intensität des Stroms läßt sich ermitteln, wenn man bei Versuchen, wie der zuletzt beschriebene, den Platten des einen Paares eine andere Größe giebt als denen des zweiten, oder auch die eine Platte eines jeden Paares von anderer Größe nimmt als die zweite. Es kommt hierbei noch ein Umstand in Be-

1) Die Busssole war nämlich so ajustirt, daß der Ablenkung 90° eine Stromstärke von 13,30 C.C. Knallgas bei 0° und $0^m,76$ in der Minute entsprach.

tracht, von dem ich in einer späteren Abhandlung ausführlich reden werde; hier will ich nur bemerken, daß wenn man den Versuch, auf angegebene Weise, mit zwei Platinpaaren anstellt, sich im Allgemeinen die größeren Platten schwächer polarisirt erweisen als die kleinen. Indefs darf ich nicht verschweigen, daß der Einfluß der Plattengrößen weniger hervortretend ist als der der Gesamtstärke.

3) *Natur und Oberflächenbeschaffenheit der Platten.* Es ist ein von den meisten Physikern angenommener Satz, daß die verschiedenen Metalle in dem Maasse weniger polarisationsfähig sind, als sie von der Flüssigkeit, in welcher sie stehen, stärker angegriffen werden. Obwohl dieser Satz nicht gerade bewiesen ist, und er auch, wie ich künftig zu zeigen gedenke, bei genauerer Untersuchung nach der Stärke und Dauer des polarisirenden Stroms in einem anderen Lichte erscheint als man ihn wohl bisher aufgefaßt hat, so bewährt er sich doch unter den Umständen der gewöhnlichen Versuche, und die Wippe giebt davon einen augenscheinlichen Beweis.

So wie man sich mittelst der in Abschnitt I beschriebenen Form des Instruments überzeugen kann, daß selbst Zink in verdünnter Schwefelsäure (0,1 concentrirter enthaltend) durch einen schwachen und vorübergehenden Strom eine wahrnehmbare Polarisation empfängt, so kann man mittelst der zuletzt betrachteten Wippe leicht nachweisen, daß in einer solchen sauren Flüssigkeit, bei gleicher Stärke des polarisirenden Stroms, Zink schwächer polarisirt wird als Eisen, Eisen schwächer als Kupfer, und dieses wiederum schwächer als Platin. Dasselbe hat man schon längst aus dem Grade von Schwächung gefolgert, den Platten von verschiedenen Metallen in einem primitiven Strom, bei Einschaltung in dessen Bahn, hervorbringen; allein das Resultat war unrein, in sofern einerseits der Strom dabei nicht gleiche Stärke behielt, und andererseits zweifelhaft blieb, was auf Rechnung des

Uebergangswiderstandes zu schreiben sey. Das eben genannte Verfahren, obwohl nur comparative Werthe gebend, ist von beiden Mängeln frei.

Es sind hier viele und zum Theil recht nützliche Versuche anzustellen, von denen ich selbst künftig noch mehre auszuführen gedenke. Für jetzt will ich nur einen mittheilen, der mir ein näheres Interesse zu besitzen scheint.

Ich polarisirte durch eine Batterie von drei Grove'schen Ketten zwei hintereinanderstehende Platinpaare, ein blankes und ein schwarz platinirtes, und setzte sie dann mittelst der Wippe einander entgegen. Der polarisirende Strom wurde bei sechs Versuchen durch folgende Verlängerung des Schließdrahtes von der Stärke $\sin 60^\circ 22'$, entsprechend 11,56 C.C., auf die $\sin 11^\circ 22'$, entsprechend 2,62 C.C. Knallgas in der Minute, herabgebracht, und jedes Mal die Entgegenstellung der Paare wiederholt. Immer zeigte im Moment der Entgegenstellung das blanke Paar eine stärkere Polarisation als das platinirte. Wenn ich nun die Wippe liegen liefs, so daß die beiden Paare fortfuhren gegen einander zu wirken, so ging die Galvanometernadel langsam zum Meridian zurück, und nach etwa fünf Minuten hatte sie ihn erreicht. In dieser Gleichgewichtslage blieb sie aber nicht; vielmehr wich sie nach der andern Seite ab, zu Gunsten des platinirten Paares, entfernte sich langsam immer mehr vom Meridian, bis sie endlich nach etwa sechs Minuten bei 20° Abweichung zum Stillstand kam. Darauf begann sie wieder rückwärts zu wandern, erreichte aufs Neue den Meridian, blieb aber auch dies Mal nicht darin, sondern ging darüber hinaus, um wieder zu Gunsten des blanken Paares abzuweichen. Diesen mehrfachen Wechsel in der Ablenkung der Magnetnadel habe ich bei allen, zwischen den angegebenen Gränzen liegenden Stromstärken beobachtet; doch habe ich ihn nicht so lange verfolgt, um sagen zu können wie oft er sich wiederhole.

4) *Natur der Flüssigkeit.* Unter den zahlreichen Versuchen, die über diesen Gegenstand möglich sind, habe ich bis jetzt nur ein Paar angestellt, zu denen sich mir eine nähere Veranlassung darbot.

So habe ich beobachtet, daß Platinplatten in einer Lösung von 1 Th. Aetzkali in 2 Th. destillirtem Wasser stärker polarisirt werden als in verdünnter Schwefelsäure mit einem Gehalt von 0,1 englischem Vitriolöl, stärker in letzterer Säure als in concentrirter Salzsäure. In solcher Salzsäure wird die positive Platte, besonders wenn der polarisirende Strom stark ist, durch das entwickelte Chlor etwas angegriffen, und eben aus diesem Grunde ist die Polarisation, obwohl keinesweges Null, doch nur schwach. Diese Schwäche der Polarisation bewirkt, daß, wenn man durch die beiden zu vergleichenden Plattenpaare, von denen das eine in verdünnter Schwefelsäure und das andere in concentrirter Salzsäure steht, den Strom einer Batterie von zwei Grove'schen Ketten leitet, in beiden Zellen, besonders in der ersten, eine lebhaft Gasentwicklung stattfindet, während nur eine äußerst schwache beobachtet wird, wenn unter diesen Umständen auch die zweite Zelle Schwefelsäure enthält.

Ferner habe ich bei einem Strom sowohl von zwei als von drei Grove'schen Ketten beobachtet, daß Eisen in einer Auflösung von 1 Th. kohlensaurem Natron in 2 Th. destillirtem Wasser stärker polarisirt wird als in der erwähnten Aetzkallilauge, und in beiden Flüssigkeiten stärker als Platin in verdünnter Schwefelsäure. Daß es dennoch mit diesen Flüssigkeiten nur eine äußerst schwach wirkende secundäre Batterie giebt, habe ich bereits S. 594 erwähnt.

5) *Temperatur der Flüssigkeit.* Wenn man die beiden zu polarisirenden Zellen in Bezug auf das Metall und die Flüssigkeit von völlig gleicher Beschaffenheit nimmt, die eine aber erwärmt oder erkältet, so läßt sich begreiflich der Einfluß der Temperatur eben so ent-

schieden beobachten, als der der bisher betrachteten Umstände.

Auf diese Weise habe ich mich überzeugt, *dafs die Polarisation mit steigender Temperatur abnimmt*. Ich lege auf diese Beobachtung einigen Werth, weil sie mir es wahrscheinlich macht, dafs die bisherige Angabe, nach welcher die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit mit steigender Temperatur zunehmen soll, wesentlich in dieser Abnahme der Polarisation ihren Grund habe. Ich werde späterhin auf diese Untersuchung ausführlich zurückkommen, da ich im Besitz einer Methode zu seyn glaube, durch welche die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten unabhängig von jedem Einflufs der Polarisation numerisch bestimmt werden kann.

6) *Barometrischer Druck*. Auch der Einflufs dieses Elementes läfst sich auf analoge Weise ermitteln, wenn man die eine Zelle unter die Glocke einer Luftpumpe versetzt. Einige vorläufige Versuche lassen mich schliessen, dafs die Polarisation mit vermindertem Drucke abnimmt.

V.

Eine dritte Art der Wippe ist die in Fig. 8 Taf. I abgebildete. Sie hat den Zweck, die Polarisation zweier Plattenpaare zu vergleichen, die neben einander oder von zwei Zweigen eines und desselben Stromes polarisirt worden sind. Dieser Fall ist verwickelter wie der zuvor betrachtete; denn während dort die beiden Plattenpaare hinter einander von einem gleich starken Strom polarisirt werden, haben hier die beiden Zweigströme im Allgemeinen eine ungleiche Stärke, deren Ungleichheit zum bedeutenden Theil eine Function der erzeugten Polarisation ist.

Wie die Wippe den angegebenen Zweck erfüllt, wird aus der Figur leicht erhellen. Wenn *Z* und *T* mit der Batterie verbunden sind und die Haken rechter Hand in das Quecksilber tauchen, so theilt sich der Strom

zwischen den beiden Plattenpaaren, indem das eine mit h, o , und das andere mit h', o' verknüpft ist. Schlägt man nun die Wippe um und verbindet G mit G' , so werden die Paare durch die Haken $h' o'$ und $h'' o''$ einander entgegengesetzt, und man kann beobachten, welches von ihnen das stärker polarisirte war.

Ein Versuch, auf diese Weise mit grossen und kleinen Platinplatten angestellt, hat mich gelehrt, dass die kleinen stärker als die grossen polarisirt werden.

Sämmtliche bisher beschriebenen Wippen kann man in einer einzigen vereinen, wenn man an beiden Seiten die Haken ursprünglich getrennt lässt, und sie später, dem jedesmaligen Zweck entsprechend, durch Drähte gehörig verbindet. Um diese Verbindungen mit Leichtigkeit und Sicherheit bewerkstelligen zu können, muss dann jeder Haken mit einer Klemme, etwa von der Einrichtung wie die in Fig. 7 Taf. II abgebildete, versehen seyn, doch von möglichst geringem Gewicht, damit die Wippe nicht zu sehr dadurch beschwert werde. Wer sich das Instrument von einem Mechanikus anfertigen lassen will, mag diese Einrichtung wählen, wobei er dann auch noch die Stifte b gegen horizontale, in Pfannen laufende Axen vertauschen, und ein Räderwerk zum raschen Bewegen der Wippe anbringen lassen kann; wer indessen eine solche Complication nicht liebt und der Hülfe des Mechanikus entbehrt oder sie verschmäht, der thut wohl, sich für jeden Zweck eine besondere Wippe zu machen, was eine kunstlose Arbeit ist, und überdiess den Vortheil hat, dem Instrument eine grosse Leichtigkeit zu geben.

Eine solche Wippe mit ursprünglich getrennten Haken habe ich zu einem Beweise benutzt, der sich mit einer besonders eingerichteten zwar auch geben lässt, aber doch nicht mit den bisher beschriebenen Formen des Instruments, nämlich zu dem Beweise, dass mehre durch einen Strom polarisirte Plattenpaare in Summe eine grössere elektromotorische Kraft besitzen als ein einziges

Paar, das für sich durch einen gleichen Strom polarisirt worden.

Dieser Fall ist in Fig. 6 Taf. II vorgestellt. Es sind dazu zwei Ketten von möglichst gleicher Beschaffenheit erforderlich. Die eine, ZP , polarisirt das Plattenpaar HO , wenn die Haken 1, 2 in ihre Quecksilberlöcher tauchen, die andere, $P'Z'$, welche gegen die erstere umgekehrt stehen muß, polarisirt die drei Plattenpaare $O'H'$, wenn die Haken 3 bis 8 eintauchen, und zugleich 4 und 5, 6 und 7 mit einander verbunden sind. Wird die Wippe umgelegt, damit die Haken 1' bis 8' zur Eintauchung kommen, und sind dieselben auf abgebildete Weise mit einander verknüpft, so zeigt das im Verbindungsdraht 1' 8' enthaltene Galvanometer, daß die drei Paare $O'H'$ das eine HO überwiegen.

Die Ketten ZP , $P'Z'$ müssen hiebei mit respective den Haken 1, 2 und 3, 8 verbunden seyn, nicht mit den entsprechenden Quecksilberlöchern, weil sonst die Plattenpaare beim Umlegen der Wippe nicht von ihnen getrennt werden würden. Besser ist es allerdings, wie ich schon S. 592 bemerkte, keine Drähte an die eigentliche Wippe zu befestigen; allein alsdann bedarf man an jeder Seite noch zwei Quecksilberlöcher und zwei Haken, nämlich der Reihe nach gerechnet, No. 0 und 9 an der einen, und No. 0' und 9' an der andern. Von den Haken werden unter einander verbunden: 0 und 1, 8 und 9, 0' und 1', 8' und 9', und von den Löchern, durch den Galvanometerdraht, 0' und 9'; endlich verbindet man die Platten ZP mit den Löchern 0 und 2, und die Platten $P'Z'$ mit den Löchern 3 und 9. So bleibt die Wippe frei beweglich.

In ähnlicher Weise läßt sich bei dem auf S. 616 beschriebenen Versuch der Draht g von der Wippe sondern, wenn man das eine Ende desselben in das Loch h (Fig 5 Taf. II) steckt, und das andere in das nach f hin liegende Hilfsloch.

IV. Ueber die rationelle Zusammensetzung des Oxamids, so wie der sogenannten Amide überhaupt; von Dr. C. Voelckel,

Professor der Chemie und Physik am Lyceum in Solothurn.

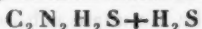
Das Oxamid wurde bekanntlich von Dumas erhalten, indem er oxalsaures Ammoniak einer höheren Temperatur unterwarf; jedoch bereits vor ihm von Bauhof bei Einwirkung von Ammoniak auf Oxaläther. Seine Zusammensetzung wurde von Dumas bestimmt, welcher dieselbe $= \text{C}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{H}_4$ fand. Das Oxamid ist daher aus dem oxalsauren Ammoniak: $\text{C}_2\text{O}_3 + \text{N}_2\text{H}_5\text{O}$ entstanden, indem sich aus demselben 2 At. Wasser abschieden, von denen das eine Atom mit dem Ammoniak zu Ammoniumoxyd verbunden war, und das andere aus der Vereinigung von 2 At. Wasserstoff des Ammoniaks mit 1 At. Sauerstoff der Oxalsäure sich gebildet hat. Man nahm daher an, die Oxalsäure sey dadurch zu Kohlenoxyd oder einem isomerischen Körper, dem Oxaloxyd: C_2O_2 , reducirt, und mit einem andern Körper, der nach Abzug von 2 Atomen Wasserstoff von einem Doppelatom Ammoniak übrig bleibt, welchen Körper: N_2H_4 man Amid nannte, verbunden. Diese Ansicht von Dumas wurde allgemein angenommen, man betrachtete das Oxamid als eine binäre Verbindung von Oxaloxyd mit Amid $= \text{C}_2\text{O}_2 + \text{N}_2\text{H}_4$, welche beide man für organische Radicale erklärte. Welches von diesen beiden Radicalen aber als der negative Bestandtheil betrachtet werden müsse, darüber waren die Meinungen getheilt. Dumas, gestützt auf das Verhalten des Oxamids zu Wasser, wodurch es unter gewissen Verhältnissen wieder in oxalsaures Ammoniak umgewandelt werden kann, nahm an, daß das Amid: N_2H_4 darin der

negative Bestandtheil sey, und das Oxaloxyd der positive, indem sich der Wasserstoff bei der Zersetzung des Wassers immer an dem negativen Körper abscheidet, oder sich damit verbindet. Andere behaupteten, das Oxaloxyd sey der negative Bestandtheil, indem es mit mehr Sauerstoff eine Säure, die Oxalsäure, bilde.

Gleich nach der Entdeckung des Oxamids wurden mehrere Ammoniaksalze der organischen Säuren in dieser Hinsicht untersucht; bei einigen erhielt man ähnliche Körper, wie das Oxamid, die man alle auf dieselbe Weise zusammengesetzt betrachtete, nämlich aus Amid: N_2H_4 , und einer niedrigen Sauerstoffverbindung der ursprünglichen Säure. Man war von dieser Hypothese von Dumas so eingenommen, daß man alle diese Körper, deren nähere Untersuchung gewiß über manches Wichtige in der Wissenschaft Aufschluß gegeben hätte, nur wenig beachtete, meistens nur eine Analyse davon machte. Löwig (diese Annalen, Bd. XXXX S. 408) suchte zwar zu beweisen, daß man das Oxamid viel einfacher als eine Cyanverbindung betrachten könne, doch wurde diese Ansicht, wahrscheinlich weil Löwig alle sogenannten Amidverbindungen als Cyanverbindungen betrachtete, wenig beachtet, und die ältere Ansicht als die richtigere angenommen; und doch wäre der einfachste Versuch hinreichend gewesen, das Haltlose dieser Ansicht zu zeigen, denn wenn man in dem Oxamid entweder das Oxaloxyd oder das Amid als negativen Bestandtheil sich denkt, so müßte, wenn man das Oxamid der Einwirkung von Chlor aussetzt, entweder das eine oder das andere durch das Chlor ersetzt, abgeschieden werden; oder da die Radicale bei solchen Einwirkungen selbst wieder eine Zersetzung erleiden, so hätte nach dieser Ansicht wenigstens eine Veränderung des Oxamids durch das Chlor stattfinden müssen, was, wenn man den Versuch anstellt, nicht der Fall ist. Auch wäre es doch wahrscheinlich gewesen, daß man das Amid aus dem Oxamid durch irgend
eine

eine Operation auf einen andern Körper hätte übertragen können, was ebenfalls nicht gelang.

Vor einigen Jahren versuchte ich in meiner Abhandlung über die aus der Vereinigung von Cyan mit Schwefelwasserstoff entstehenden Körper (Annalen der Chemie und Pharmacie, XXXVIII, S. 314) eine andere Ansicht aufzustellen, welche von der von Löwig, der das Oxamid als eine Verbindung von Cyan mit 2 At. Wasser betrachtet, nur wenig abweicht. Bekanntlich entsteht aus der Vereinigung von Cyan mit Schwefelwasserstoff ein rother Körper, die Schwefelurën-Schwefelwasserstoffsäure: $C_2 N_2 H_4 S_2 = C_2 N_2 H_2 S + H_2 S$, welche sowohl in ihrer Zusammensetzung als ihren chemischen Eigenschaften die grösste Aehnlichkeit mit dem Oxamid: $C_2 N_2 H_4 O_2$ zeigt; statt 2 At. Sauerstoff enthält erstere 2 At. Schwefel, wie sich ferner das Oxamid unter Einfluß von Säuren und Alkalien in Oxalsäure und Ammoniak zersetzt, so giebt die Schwefelurën-Schwefelwasserstoffsäure dieselben Producte nebst Schwefelwasserstoff. Ich hielt demnach beide für ähnlich zusammengesetzt, und da der rothe Körper (Schwefelurën-Schwefelwasserstoffsäure) offenbar nach der Formel:



zusammengesetzt ist, so betrachtete ich das Oxamid nach der Formel: $C_2 N_2 H_2 O + H_2 O$. Beide Körper enthalten nach dieser Ansicht ein und dasselbe Radical: $C_2 N_2 H_2$, für welches ich mit Berzelius den Namen Urën angenommen habe; der wissenschaftliche Name für das Oxamid wäre dann: Urënoxyd oder urënige Säure. Diese Ansicht wurde nicht mit ihrer ganzen Schärfe ausgesprochen, indem ich es damals nicht wagen konnte, gegen eine Theorie, welche die berühmtesten Männer in der Wissenschaft zu Vertheidigern hat, aufzutreten, wenn die meinige, ob zwar wahrscheinlich, doch nicht apodiktisch bewiesen werden konnte; sie fand daher auch

wenig Anklang, ob zwar mein hochverehrter Lehrer, Hr. Prof. Wöhler in Göttingen, zu derselben Zeit, als ich diese Untersuchung in seinem Laboratorium machte, mit einer Untersuchung über das Verhalten des mellilithsauren Ammoniaks in höherer Temperatur beschäftigt, wobei er Erscheinungen fand, die ihm nicht in Uebereinstimmung mit der Amidtheorie schienen, dieselbe als nicht unwahrscheinlich betrachtete.

Seither mit andern Arbeiten beschäftigt, bin ich auf diesen Gegenstand erst in neuerer Zeit wieder zurückgekommen, indem ich bei der Untersuchung der Zersetzungsproducte der Schwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure einige Körper fand, die gewisse Aehnlichkeit mit den Amiden zeigten.

Es war nun wichtig, wenn die oben angegebene Ansicht über die Zusammensetzung des Oxamids einiges Gewicht haben sollte, zu beweisen, daß in demselben Wasser wirklich als solches vorhanden, und dasselbe durch andere Körper (basische Oxyde) abzuscheiden sey. Nach einigen Versuchen ist es mir gelungen, eine Verbindung des Oxamids mit Bleioxyd zu erhalten, die ich zwar nicht in reinem Zustand bekam, die aber doch bei den Analysen solche Resultate gab, daß daraus hervorging, das Oxamid vereinige sich mit dem Bleioxyd, und es werde hierbei Wasser abgeschieden.

Man erhält diese Verbindung, wenn man eine warme wässrige Lösung von Oxamid mit einer warmen Lösung von essigsaurem Bleioxyd, der man Ammoniak in Ueberschuß hinzugesetzt hat, vermischt; es scheidet sich theils sogleich, theils beim Erkalten ein weißer Niederschlag ab, der aus einer Verbindung des Oxamids mit Bleioxyd, basisch oxalsaurem Bleioxyd, so wie freiem Oxamid besteht, welches letztere sich besonders beim Erkalten absetzt. Die Menge der einzelnen Gemengtheile variiert nach der Concentration und der Temperatur der Flüssigkeiten, je größer dieselben, desto bedeutender war

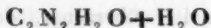
der Bleioxydgehalt, welcher von 40 bis 70 Proc. wechselte ¹⁾. Ich habe mich nun durch Bestimmung der Menge des Bleioxyds, so wie der Oxalsäure, die in dem Niederschlag enthalten ist, überzeugt, daß die Oxalsäure höchstens hinreicht die Hälfte des erhaltenen Bleioxyds zu sättigen, selbst wenn man annimmt, daß sie als höchst basisches oxalsaures Bleioxyd darin enthalten sey. Ferner durch Bestimmung des Kohlenstoffs, Stickstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs, nach Abzug des Kohlenstoffs und Sauerstoffs der Oxalsäure, fand es sich, daß für 1 At. abgeschiedenes Wasser 2 Atome Bleioxyd aufgenommen wurden. Die Menge des in einem solchen Niederschlag enthaltenen oxalsauren Bleioxyds wurde bestimmt, indem man eine abgewogene getrocknete Menge desselben mit verdünnter Essigsäure übergoss; das Oxamid-Bleioxyd wurde dadurch vollständig zersetzt, das basisch oxalsaure Bleioxyd aber in neutrales umgewandelt. Die Masse wurde nach einiger Zeit abfiltrirt, alles essigsäure Bleioxyd aus dem Rückstande ausgewaschen, derselbe getrocknet, verbrannt, und aus der Menge des erhaltenen Bleis und Bleioxyds die Menge der damit verbunden gewesenen Oxalsäure, so wie die Menge des basisch oxalsauren Bleioxyds berechnet.

Die erhaltenen Resultate sind nun nicht scharf, auch lege ich darauf kein großes Gewicht, doch beweisen sie immerhin, daß sich das Oxamid ähnlich verhält wie die Schwefelurän-Schwefelwasserstoffsäure, und daß es daher auch ähnlich zusammengesetzt sey. Ein fernerer Beweis liegt in dem Verhalten des Oxamids und der Schwefelurän-Schwefelwasserstoffsäure gegen Säuren. Ersteres zerlegt sich nämlich unter Aufnahme der Bestandtheile von Wasser in Oxalsäure und Ammoniak; letztere giebt aufser diesen noch Schwefelwasserstoff. Es ist nun klar,

1) Bei der Siedhitze des Wassers verwandelt sich aber, wie Pelouze gefunden hat, alles in basisch oxalsaures Bleioxyd um.

dafs die Schwefelur \ddot{u} n-Schwefelwasserstoffsäure

beim Behandeln mit Säuren zuerst in das Oxamid:



übergehen mufs, indem für 1 At. Schwefel und 1 At. Schwefelwasserstoff 1 At. Sauerstoff und 1 At. Wasser aufgenommen werden, und letzteres (Oxamid) dann in Oxalsäure und Ammoniak sich zerlegt. Ist daher die Schwefelur \ddot{u} n-Schwefelwasserstoffsäure nach der Formel: $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S}$ zusammengesetzt, so mufs man das Oxamid nach der Formel: $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ betrachten. Dieses Verhalten des Oxamids und der Schwefelur \ddot{u} n-Schwefelwasserstoffsäure gegen verdünnte Säuren ist ganz analog dem der Cyansäure: $\text{C}_2\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ und der der Schwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure: $\text{C}_2\text{N}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S}$; die Cyansäure giebt nämlich, unter Aufnahme der Bestandtheile von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, die Schwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure, aufer diesen beiden noch Schwefelwasserstoff, und wie sich nun die Cyansäure: $\text{C}_2\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ und das Oxamid $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ nur dadurch von einander unterscheiden, dafs letzteres 2 Atome Wasserstoff mehr, oder was dasselbe ist, 1 Atom Sauerstoff weniger enthält, als die Cyansäure, so findet dasselbe auch bei ihren respectiven Zersetzungsproducten, der Kohlensäure und Oxalsäure, statt, und wenn man nun die Cyansäure nach der Formel: $\text{C}_2\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ zusammengesetzt betrachtet, so mufs man auch consequenter Weise für das Oxamid die Formel: $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ annehmen.

Sehr entscheidend in dieser Hinsicht sind die Versuche von Löwig über das Verhalten des Oxamids zu Kalium; Löwig fand, dafs schon bei gelindem Erwärmen damit unter lebhafter Feuererscheinung die Bildung von Cyankalium stattfindet. Die Einwirkung ist, nach ihm, noch heftiger, als beim Erhitzen von Kalium in Cyangas. Löwig schliesst hieraus, dafs wenn im Oxa-

mid das Cyan nicht gewissermaßen schon gebildet vorhanden wäre, die Bildung von Cyankalium schwerlich bei so niederer Temperatur unter so bedeutender Feuererscheinung vor sich gegangen wäre. In dieser Hinsicht stimme ich ganz mit ihm überein, und halte diesen Versuch für ganz entscheidend, daß das Oxamid nach der Formel: $C_2 N_2 H_2 O + H_2 O$, und nicht nach der Formel: $C_2 O_2 + N_2 H_4$ zusammengesetzt ist; denn nach letzterer Formel hätte sich Kohlenoxyd-Kalium, so wie sogenanntes Kaliumamid bilden müssen, was jedoch nicht der Fall ist. Wollte man nun einwenden, daß das Kohlenoxyd-Kalium, so wie das Kaliumamid, durch die erzeugte höhere Temperatur so auf einander einwirken, daß das Kohlenoxyd: $C_2 O_2$, und das Amid: $N_2 H_4$ sich zu Cyan und Wasser vereinigen, so müßte aber eine solche Bildung schon in dem Oxamid vor sich gegangen seyn, weil man dasselbe durch Einwirkung von Wärme auf oxalsaures Ammoniak erhält; es kann also hiernach auf keinen Fall Kohlenoxyd und Amid in dem Oxamid enthalten seyn. Nach der Ansicht, daß das Oxamid nach der Formel: $C_2 N_2 H_2 O + H_2 O$ zusammengesetzt ist, erklärt sich nun ganz leicht die Bildung von Cyankalium. Nach dieser Ansicht ist das Oxamid aus dem oxalsauren Ammoniak auf die Art entstanden, daß sich in höherer Temperatur aller Sauerstoff der Oxalsäure mit dem Wasserstoff des Ammoniaks zu 3 At. Wasser vereinigte, der Stickstoff desselben mit dem Kohlenstoff der Oxalsäure Cyan bildete, welches sich mit 2 At. Wasser im Entstehungsmoment zu Oxamid verband, während das dritte Atom Wasser abgeschieden wurde. Die Bildung des Oxamids ist dann auch ganz ähnlich der der Schwefelurēn-Schwefelwasserstoffsäure, welche bekanntlich entsteht, wenn man Cyan mit Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von Alkohol mit einander in Berührung bringt. Daß sich in der That das Cyan in dem Moment, in dem es frei wird, mit dem Wasser verbindet,

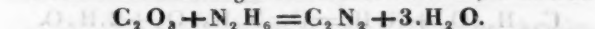
dafür sprechen mehrere Erscheinungen, z. B. das Verhalten des feuchten Cyanquecksilbers beim Erhitzen, man erhält hierbei nur wenig Cyan, offenbar weil dasselbe in dem Moment, in dem es frei wird, sich mit dem Wasser wahrscheinlich zu Oxamid vereinigt, welches letztere in höherer Temperatur wieder mehrere Zersetzungen erleidet, Kohlensäure, Blausäure, Cyan, Ammoniak u. s. w. liefert.

Betrachtet man das Verhalten anderer Ammoniaksalze, besonders des ameisensauren Ammoniaks, in höherer Temperatur, so findet man die größte Aehnlichkeit mit dem des oxalsauren Ammoniaks, worauf auch bereits Löwig aufmerksam gemacht hat. Die Ameisensäure: $C_2H_2O_3 + H_2O$ unterscheidet sich von der Oxalsäure: $C_2O_3 + H_2O$ nur dadurch, daß sie 2 At. Wasserstoff mehr enthält, als letztere; beim Erhitzen des ameisensauren Ammoniaks entsteht nun Blausäure und Wasser, indem wieder aller Wasserstoff des Ammoniaks mit dem Sauerstoff der Ameisensäure Wasser bildet, und der Stickstoff desselben mit dem Formyl: C_2H_2 , sich zu Blausäure: $C_2N_2H_2$, vereinigt. Da sich nun die Blausäure mit dem Wasser nicht verbindet, so wird letzteres ganz frei. Diese beiden Säuren, die Oxalsäure: $C_2O_3 + H_2O$, und Ameisensäure: $C_2H_2O_3 + H_2O$, die sich also in ihrer Zusammensetzung nur durch 2 At. Wasserstoff unterscheiden, liefern daher Zersetzungsproducte, die ebenfalls nur durch 2 Atome Wasserstoff verschieden sind.

Man bemerkt diese Zersetzungen organischer Säuren durch Ammoniak besonders, bei solchen Säuren, die 3 At. Sauerstoff enthalten, wahrscheinlich weil hier der Sauerstoff gerade hinreicht, um mit dem Wasserstoff von einem Doppelatom Ammoniak Wasser zu bilden. Man kann bei diesen Zersetzungen drei, manchmal auch vier verschiedene Fälle unterscheiden, die wir an dem oxalsauren Ammoniak näher betrachten wollen.

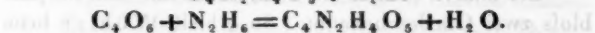
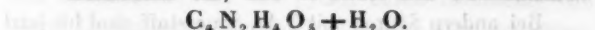
Es zersetzt sich nämlich:

- 1) Ein Atom Oxalsäure mit einem Doppelatom Ammoniak vollständig in Cyan und Wasser (nach den Beobachtungen von Döbereiner):



- 2) Das Cyan verbindet sich zum Theil mit dem Wasser zu Oxamid: $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.

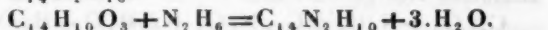
- 3) Es wirken auf 2 At. Oxalsäure nur 1 Doppelatom Ammoniak ein, und es bildet sich Oxaminsäure:



- 4) Beobachtet man bei andern Säuren, z. B. der Melilithsäure, dafs 3 At. derselben mit einem Doppelatom Ammoniak, so wie bei der salicyligen Säure, dafs 3 At. derselben mit 2 Doppelatomen Ammoniak sich zersetzen.

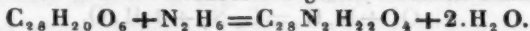
Die drei ersten Fälle lassen sich auch bei der Einwirkung von Ammoniak auf Benzoësäure, die ebenfalls eine Säure mit 3 At. Sauerstoff ist, nachweisen.

Bei der Zersetzung von 1 At. Benzoësäure mit einem Doppelatom Ammoniak bildet sich, nach den Untersuchungen von Fehling, Wasser und das Benzonitril: $\text{C}_{14}\text{N}_2\text{H}_{10}$.



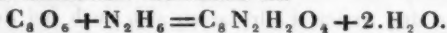
Das Benzamid: $\text{C}_{14}\text{N}_2\text{H}_{14}\text{O}_2 = \text{C}_{14}\text{N}_2\text{H}_{12}\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ (?) verhält sich zu dem Benzonitril: $\text{C}_{14}\text{N}_2\text{H}_{10}$, wie das Cyan: C_2N_2 , zu dem Oxamid: $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$; man kann sich das Benzamid entstanden denken aus Benzonitril und 2 At. Wasser, wie das Oxamid aus Cyan und 2 At. Wasser. Und wie nun das Oxamid beim Erhitzen theilweise Cyan bildet, so erhält man, nach den Beobachtungen von Fehling, beim Erhitzen des Benzamids in geringer Menge das Benzonitril. Wahrscheinlich wird es auch noch gelingen, das Benzamid direct durch die Einwirkung von Ammoniak auf Benzoësäure zu erhalten.

Das der Oxaminsäure entsprechende Glied ist das von Laurent erhaltene Benzimid: $C_{28}N_2H_{22}O_4$, das man sich aus der Einwirkung von einem Doppelatom Ammoniak auf 2 At. Benzoësäure gebildet denken kann.



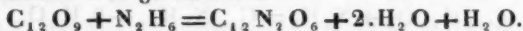
Das Benzimid verwandelt sich unter Aufnahme der Bestandtheile von Wasser in saures benzoësaures Ammoniak, wie die Oxaminsäure in saures oxalsaures Ammoniak.

Bei andern Säuren mit 3 At. Sauerstoff sind bis jetzt blofs zwei Glieder bekannt. So erhielt Wöhler beim Erhitzen des mellilithsauren Ammoniaks das der Oxaminsäure und dem Benzimid entsprechende Glied: $C_8N_2H_2O_4$, dem er den Namen Paramid gegeben hat, und das aus der Zersetzung von 2 At. Mellilithsäure mit einem Doppelatom Ammoniak entstanden ist.



Dieses Paramid giebt, unter Aufnahme von Wasser, saures mellilithsaures Ammoniak.

Wöhler erhielt noch einen andern Körper, die Euchronsäure: $C_{12}N_2O_6 + 2H_2O$, die aus der Zersetzung von 3 At. Mellilithsäure mit einem Doppelatom Ammoniak sich gebildet hat.



Das dem Cyan und Benzonitril entsprechende Glied: C_4N_2 , fehlt noch, eben so das dem Oxamid und Benzamid correspondirende: $C_4N_2H_2O + H_2O$, ersteres findet sich wahrscheinlich unter den Zersetzungsproducten des Paramids und der Euchronsäure in höherer Temperatur.

Bei der Bernsteinsäure: $C_4H_4O_3 + H_2O$, kennt man zwei Glieder, das Succinamid: $C_4N_2H_8O_2 = C_4N_2H_6O + H_2O$ (?), das dem Oxamid und dem Benzamid entspricht, und welches sich unter Aufnahme von Wasser in neutrales bernsteinsaures Ammoniak verwandelt; ferner das sogenannte Bisuccinamid oder Succinimid:

$C_8N_2H_{10}O_4$, das der Oxaminsäure, dem Benzimid und Paramid entspricht, und unter Aufnahme von Wasser saures bernsteinsaures Ammoniak liefert.

Das Succinamid: $C_4N_2H_6O + H_2O$, ist bei der Einwirkung von einem Doppelatom Ammoniak auf 1 Atom Bernsteinsäure entstanden.

$C_4H_4O_3 + N_2H_6 = (C_4N_2H_6O + H_2O) + H_2O$.
Das Bisuccinamid: $C_8N_2H_{10}O_4$, durch Zersetzung von einem Doppelatom Ammoniak auf 2 At. Bernsteinsäure.

$C_8H_8O_6 + N_2H_6 = C_8N_2H_{10}O_4 + 2H_2O$.
Hier fehlt noch das dem Cyan und Benzonitril entsprechende Glied: $C_4N_2H_4$, so wie das der Euchronsäure entsprechende.

Man hat über die so eben betrachteten, in ein und dieselbe Gruppe gehörenden Körper die verschiedenartigsten Ansichten aufgestellt; so z. B. diejenigen, die unter Aufnahme von Wasser ein saures Ammoniaksalz liefern, als Oxaminsäure, Benzimid, Paramid, Bisuccinamid, theils als gepaarte Säuren, theils als Amidverbindungen betrachtet, theils darin eine neue Stickstoff-Wasserstoffverbindung, das Imid: N_2H_2 , angenommen, und doch gehören alle diese Körper ihrem Verhalten nach nur in eine einzige Gruppe, und können auch nur nach einer einzigen Ansicht betrachtet werden. Mir scheint die richtigste Ansicht: diese Körper theils als wasserfreie, theils als wasserhaltige Sauerstoffverbindungen ternärer stickstoffhaltiger Radicale zu betrachten, ähnlich wie andere Sauerstoff und Stickstoff enthaltende organische Körper. Ueber die in die erste Gruppe gehörenden sauerstofffreien Körper, als Cyan, Blausäure, Benzonitril, läßt sich *a priori* nichts sagen, es können dieses theils eigene Radicale, theils Wasserstoffverbindungen derselben seyn. Die in diesen Körpern angenommenen hypothetischen Stickstoff-Wasserstoffverbindungen: N_2H_4 (Amid) und N_2H_2 (Imid), fallen dann weg.

Man hat bis jetzt behauptet, diese sogenannten Amid- und Imid-Verbindungen unterschieden sich sowohl ihrem Verhalten als ihrer Bildung nach von andern stickstoffhaltigen organischen Körpern. Bei genauer Betrachtung jedoch wird man keinen Unterschied finden; denn die als charakteristisch aufgestellte Eigenschaft derselben, sich unter Einfluß von Säuren und Alkalien unter Aufnahme der Bestandtheile von Wasser in Ammoniak und eine Säure zu verwandeln, finden wir auch bei andern stickstoffhaltigen Körpern, die man bis jetzt nicht als Amide betrachtet hat, z. B. dem Amygdalin, dem Asparagin u. s. w.; einige zwar zerlegen sich erst in so hoher Temperatur, daß dadurch die Säure selbst wieder eine Zersetzung erleidet, andere dagegen, z. B. die Cyansäure, schon bei gewöhnlicher Temperatur. Man wird hier im Allgemeinen keine Gränzen finden, und es ist daher kein Grund vorhanden, einige Körper, die bei der Siedhitze des Wassers diese Zersetzung erleiden, auf eine von der gewöhnlichen abweichende Art zusammengesetzt zu betrachten. Was ferner die Bildung dieser sogenannten Amide aus der Einwirkung von Ammoniak auf Säuren betrifft, so ist diese von der Entstehung anderer in der Natur gebildeter stickstoffhaltiger Körper auch nicht verschieden, indem es so gut als ausgemacht ist, daß alle organischen stickstoffhaltigen Körper durch Einwirkung von Ammoniak auf stickstofffreie entstanden sind. Will man daher consequent seyn, so muß man entweder alle stickstoffhaltigen Körper, Cyan, Blausäure, Cyansäure, Amygdalin u. s. w., welche sich ja eben so verhalten, wie die sogenannten Amide, ebenfalls als Amide oder Imide betrachten, selbst wenn sie, wie das Cyan, keinen Wasserstoff enthalten, oder man muß sie alle auf die gewöhnliche Weise betrachten.

Unter den Zersetzungsproducten der Schwefelcyan-Schwefelwasserstoffsäure findet sich ein Körper, das Polliën: $C_6N_{12}H_{12}$, welches sich ähnlich verhält wie die

sogenannten Amide, sich nämlich beim Behandeln von Säuren und Alkalien unter Aufnahme der Bestandtheile von Wasser in Ammoniak und Cyansäure oder Cyanursäure umwandelt. Man hätte dasselbe darnach als ein Amid vom Cyan betrachten können. Es geht jedoch aus seinem Atomgewicht, seiner Entstehung, so wie seinem chemischen Verhalten, hervor, daß diese Ansicht nicht richtig ist; es verhält sich nämlich wie eine Basis. Nach der Amidtheorie bestände dieser Körper aus zwei negativen Radicalen, dem Cyan und dem Amid; aber aus der Vereinigung zweier negativer Körper kann kein neuer dritter entstehen, der sich positiv verhält.

Man wird nun aber fragen, wie sollen die sogenannten Amidverbindungen der Metalle, z. B. das Kaliumamid: KN_2H_4 , betrachtet werden? Wenn nun auch kein Zweifel obwaltet über die relative Anzahl der Atome in diesem Körper, so läßt sich doch über die rationelle Zusammensetzung desselben jetzt noch nichts bestimmtes sagen, weil derselbe, so wie die ihm ähnlichen, noch zu wenig untersucht sind. Bis jetzt betrachtet man denselben als eine binäre Verbindung von Kalium und Amid; doch diess ist bloß eine Ansicht, die sich auf keine That- sache stützt. Man kann diesen Körper auch auf andere Art betrachten, z. B. ganz einfach als Ammoniak, worin die 2 At. Wasserstoff (1 Aequivalent) durch 1 At. Kalium (1 Aequivalent) ersetzt ist. So ganz irrig könnte auch die Ansicht nicht seyn, diesen Körper für ein eigenes ternäres basisches Radical zu halten; es liefse sich hiernach der Körper, den man als eine Doppelverbindung von Quecksilberchlorid mit Quecksilberamid, nach der Formel: $\text{HgCl}_2 + \text{HgN}_2\text{H}_4$, betrachtet, als eine Chlorverbindung eines eigenen Radicals: $\text{Hg}_2\text{N}_2\text{H}_4$, ansehen; seine Formel wäre alsdann: $(\text{Hg}_2\text{N}_2\text{H}_4)\text{Cl}_2$. Man wird mir hier entgegen, solche Radicale, worin ein Metall die Stelle des Kohlenstoffs einnimmt, sind nicht bekannt. Es ist diess wahr, man hat sich aber auch noch keine

Mühe gegeben, solche nur aufzufinden. Ich sehe keinen Grund ein, warum diese nicht auch existiren können, warum der Kohlenstoff allein die Eigenschaft besitzen soll, mit Stickstoff und Wasserstoff ternäre Radicale zu bilden.

V. *Zweite Fortsetzung der Untersuchungen über Allanit, Gadolinit und damit verwandte Mineralien* ¹⁾; von Th. Scheerer in Christiania.

1) Orthit von Hitteröe.

Durch die von H. Rose in das 1. Heft des LIX. Bandes dieser Annalen eingerückten Bemerkungen ²⁾, so weit dieselben den Orthit von Hitteröe betreffen, habe ich mich veranlaßt gefunden, meine Untersuchung des genannten Minerals zu wiederholen. H. Rose erhielt bei seiner Untersuchung einer größeren Quantität dieses Orthits Resultate, welche zum Theil mit den meinigen nur ungefähr übereinstimmen, zum Theil aber auch bedeutend von denselben abweichen. Als eine ungefähre Uebereinstimmung könnte man es allenfalls gelten lassen, daß H. Rose ein spec. Gew. von 3,456 fand, während es früher von mir zu 3,50 angegeben wurde; und ferner, daß ersterer das spec. Gew. des geglühten Orthits zu 3,505 bestimmte, während ich 3,60 erhielt. Die Wasserverluste, welche das Mineral in beiden Fällen beim Glühen erlitt, waren nämlich ziemlich verschieden, in dem einen = 2,53, in dem anderen = 2,46 bis 3,90 Pro-

1) Die erste Abhandlung dieser Art befindet sich in Bd. LI (S. 407 und 465), und die zweite in Bd. LVI (S. 465) d. Ann.

2) Einige Bemerkungen über die Yttererde; von H. Rose.

cent; welcher Umstand möglicherweise eine verschiedenartige Beschaffenheit beider Mineralsubstanzen, sowohl vor als nach dem Glühen, bewirkt haben könnte. Weit wesentlicher aber, als beide diese Differenzen, muß es erscheinen, daß H. Rose in dem aus dem Orthite abgeschiedenen Gemenge von Thonerde und Eisenoxyd, durch Extraction mittelst kohlensauren Ammoniaks, eine beträchtliche Menge Beryllerde erhielt, von welcher Substanz ich keine Spur gefunden hatte.

Wie ich bereits bei der Beschreibung der Fundstätten dieses Minerals ¹⁾ angeführt habe, befindet sich der Orthit auf Hitteröe an mehr als zehn verschiedenen Orten, und zwar theils in Begleitung von Gadolinit, theils aber auch, und dieß am häufigsten, gänzlich ohne den letzteren. Daß die an diesen verschiedenen Punkten der Insel gefundenen Orthite nicht nothwendig alle genau dieselbe Zusammensetzung zu haben brauchen, bedarf kaum einer Erinnerung. Indem es sich also darum handelte, den Grund der Abweichungen zwischen den von H. Rose und von mir erhaltenen Resultaten ausfindig zu machen, kam es weniger darauf an, die Untersuchung genau des nämlichen früher von mir analysirten Orthits zu wiederholen, als vielmehr die Orthite von anderen Fundstätten auf Hitteröe einer näheren Prüfung zu unterwerfen, in der Hoffnung, solche Abarten dieses Minerals darunter aufzufinden, deren Eigenschaften mit denen des von H. Rose untersuchten Orthits Uebereinstimmung zeigten. Da ich jedoch zufälligerweise noch eine kleine Quantität desselben Mineralstückes besaß, welches mir das Material zu meiner früheren Analyse geliefert hatte, so wendete ich dieselbe wenigstens dazu an, die Ermittlung seines spec. Gewichts, vor und nach dem Glühen, und seines Wassergehaltes zu wiederholen. Die hierbei erhaltenen Resultate standen mit meinen frü-

1) Diese Annalen, Bd. LVI S. 488.

heren in sehr genügender Uebereinstimmung, wichen also in gleichem Maasse von denen H. Rose's ab.

Unter einer bedeutenden, aus mehr als hundert kleineren Exemplaren bestehenden Anzahl zusammengeworfener Orthitbruchstücke, welche von mir an den verschiedenen Fundstätten auf Hitteröe gesammelt worden waren, wählte ich neun der reinsten aus, und bestimmte das spec. Gewicht eines jeden derselben. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der verschiedenen, nach ihrer Gröfse geordneten Werthe, die sich hierbei ergaben. Die Temperatur schwankte während der Wägungen zwischen 15° und 16° R.

Orthit.	Absolutes Gewicht in der Luft.	Gewicht unter Wasser.	Daraus folgendes spec. Gewicht.
No. 1	4,968	3,547	3,496
- 2	6,082	4,337	3,485
- 3	4,770	3,399	3,479
- 4	5,265	3,748	3,470
- 5	6,1215	4,348	3,452
- 6	3,903	2,767	3,436
- 7	4,860	3,444	3,432
- 8	4,564	3,234	3,432
- 9	2,661	1,872	3,373

Ferner ermittelte ich den Wassergehalt einiger dieser Orthite und die Veränderung, welche das spec. Gewicht derselben beim Glühen erleidet. Hiervon erhält man durch folgende Zusammenstellung eine Uebersicht:

Orthit.	Wassergehalt.	Specifisches Gewicht vor nach dem Glühen.		Volumveränderung.
No. 1	2,563	3,496	3,597	100 : 97,19
dito	—	—	{ 3,593 }	100 : 97,21
dito	—	—	{ 3,593 }	100 : 97,21
No. 2	2,958	3,485	{ 3,617 }	100 : 96,35
- 4	2,851	3,470	3,523	100 : 98,49
- 5	3,277	3,452	3,580	100 : 96,42
- 7	3,119	3,432	3,507	100 : 97,86

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich in Kürze:

1) Die untersuchten Orthite besitzen einen zwischen den Gränzen 2,563 und 3,277 schwankenden Wassergehalt. 2) Das spec. Gewicht derselben variirt zwischen 3,373 und 3,50. 3) Nach dem Glühen vermindert sich ihr Volumen um 1,51 bis 3,65 Proc. — Durch diese Daten erklären sich die Abweichungen, welche zwischen den von H. Rose und von mir gefundenen Wassergehalten und specifischen Gewichten des Orthits stattfinden, auf das Genügendste.

Die eben dargezogenen verschiedenen äusseren Eigenschaften dieser Orthite schienen mir darauf hinzudeuten, dass mit denselben vielleicht auch eine verschiedenartige chemische Constitution im Zusammenhange stehe, und ich glaubte diesen fraglichen Punkt durch die analytische Untersuchung zweier Orthite, von denen der eine das grösste, der andere das kleinste der gefundenen specifischen Gewichte besafs, am schnellsten aufs Reine zu bringen. Von dem Gange der von mir zunächst vorgenommenen Analyse eines Orthits der ersten Art führe ich hier nur denjenigen Theil an, welcher sich auf die beabsichtigte Auffindung und Bestimmung der Beryllerde bezieht, da diesem Punkte eine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde. — Der hauptsächlich aus Eisenoxyd, Thonerde und etwas Manganoxyd bestehende Niederschlag, von dem bereits Cer, Lanthan und Didym auf bekannte Weise getrennt worden waren, und welcher die Beryllerde, im Falle ihres Vorhandenseyns, enthalten mufste, wurde mit concentrirter Kalilauge gekocht; die hierdurch erhaltene thonerdehaltige Lösung, nach Uebersättigung mittelst Salzsäure und etwa zwölfstündigem Erwärmen der sauren Flüssigkeit (zur Austreibung aller vorhandenen Kohlensäure), mit kohlensäurefreiem Ammoniak gefällt, der Niederschlag filtrirt, in Salzsäure gelöst, und die Lösung mit einem grossen Ueberschufs einer concentrirten Solution von kohlensaurem Ammo-

niak, während einer Zeit von mehr als 24 Stunden, bei Anwendung einer gelinden Wärme in einer lose verschlossenen Flasche behandelt. Darauf wurde der schleimige, aus Thonerde bestehende Bodensatz von der ammoniakalischen Flüssigkeit durch Filtration getrennt, letztere mit Salzsäure übersättigt, bis zum Entweichen aller Kohlensäure gekocht, und nach dem Erkalten mit kohlensäurefreiem Ammoniak versetzt. Hierdurch entstand, nach mehr als 48stündigem Stehen in einem verschlossenen Glase, keine Spur eines bemerkbaren Niederschlags. Die Auffindung der Beryllerde in der durch *Kochen* mit kaustischer Kalilauge extrahirten Thonerde, hatte jedoch schon *a priori* wenig Wahrscheinlichkeit, und dafs in der That keine Spur darin gefunden wurde, bewies noch keinesweges ihr Nichtvorhandenseyn in dem, bei der Extraction durch Kalilauge gebliebenem, Eisen- und Manganoxyd haltendem Rückstande. Dieser wurde daher jetzt näher geprüft.

Die wenig verdünnte Solution dieses Rückstandes in Salzsäure wurde tropfenweis in eine sehr beträchtliche Quantität concentrirten, wässrigen kohlensauren Ammoniaks gegossen, wodurch eine vollkommen klare, bräunlichrothe Auflösung entstand, die, selbst nach mehrstündigem Stehen, keine Neigung zu einer bemerkbaren Trübung zeigte. Nachdem Ammonium-Sulphydrat im Uebermaafs hinzugefügt worden war, und sich der dadurch entstandene schwarze Niederschlag so weit gesenkt hatte, dafs die über demselben befindliche Flüssigkeit als klar und, vom Ueberschusse des Ammonium-Sulphydrats, gelb gefärbt erkannt werden konnte, wurde dieser Niederschlag abfiltrirt, die gelbe, klare Flüssigkeit mit Salzsäure stark übersättigt und mehrere Tage lang an einem erwärmten Orte stehen gelassen, bis alle Kohlensäure entwichen und aller ausgeschiedene Schwefel zu Boden gefallen war. Letzterer hinterliefs nach dem Filtriren und Verbrennen keinen Rückstand. Die durchgelaufene
kla-

klare Solution wurde mit Ammoniak übersättigt; es entstand hierdurch nur eine unbedeutende Trübung, welche sich, nach längerem Erwärmen der Flüssigkeit, als ein geringer flockiger Niederschlag ausschied, der zuerst schmutzig weiß war, nach einiger Zeit aber, besonders auf dem Filtrum, eine dunklere bräunliche Farbe annahm. Derselbe wurde auf dem Filtrum mit Salzsäure übergossen und die Lösung mit einem bedeutenden Ueberschuß kalter Kalilauge versetzt, wodurch sich ein dem ersteren völlig ähnlicher Niederschlag wieder ausschied. Nachdem dieser etwa 12 Stunden mit der Kalilauge in einem verschlossenen Gefäße in Berührung geblieben war, wurde er abfiltrirt und näher untersucht. Ich werde später auf die Beschaffenheit dieses Niederschlags, den ich mit *N* bezeichnen will, zurückkommen, und will hier nur anführen, daß er aus anderen Substanzen als Beryllerde bestand. Die von dem Niederschlage *N* abfiltrirte alkalische Flüssigkeit gab, durch Uebersättigung mittelst Salzsäure und Versetzung mit überschüssigem Ammoniak, eine so geringe Trübung, daß sie nach ihrem Ausscheiden und Filtriren das Gewicht der Asche des angewendeten kleinen Filtrums um noch nicht ganz 0,0015 Grm. vermehrte. Die Menge des zur Analyse angewendeten Orthits betrug 2,214 Grm. *Enthält also der von mir untersuchte Orthit Beryllerde, so übersteigt die aus diesem Minerale, durch Anwendung der gebräuchlichen Reagentien, abscheidbare Quantität derselben wohl kaum 0,07 Procent.* Ob dieser, in so geringer Menge abgeschiedene Stoff wirklich Beryllerde war, ließ sich natürlicherweise nicht aufs Reine bringen, und dürfte auch kaum von Interesse seyn.

Die Analyse des Orthits von 3,373 spec. Gew. hatte Hr. Cand. mineralogiae Münster die Güte, unter meiner Leitung, im metallurgischen Laboratorium hiesiger Universität auf eine der eben beschriebenen ganz ähnliche Weise auszuführen; derselbe erhielt ebenfalls ei-

nen Niederschlag *N*, aber durchaus keine wägbare Spur von Beryllerde. Zugleich war es Hr. Münster, welcher den Wassergehalt und die specifischen Gewichte der Orthite No. 2 und No. 4 ermittelte.

Was die übrigen Bestandtheile der beiden Orthite betrifft, so bestimmte ich bei meiner Analyse Kieselerde, Thonerde, Eisenoxydul und Manganoxydul, Kalkerde, Ceroxydul und Yttererde, aber nicht die geringen Mengen von Talkerde und Alkali, da es mir hauptsächlich nur auf die Auffindung der Beryllerde und, nächst dem, auf die genaue Ermittlung des Yttererdegehalts ankam. Hr. Münster bestimmte dagegen die sämtlichen Bestandtheile des von ihm analysirten Minerals. Folgende Uebersicht enthält die von uns erhaltenen Resultate, und zugleich, zur Vergleichung, die bei meiner früheren Analyse gefundene Zusammensetzung des Orthits von Hitteröe:

	Meine frühere Analyse.	Meine spätere Analyse.	Hrn. Münster's Analyse.
Kieselerde	32,77	32,70	33,81
Thonerde	14,32	14,09	13,04
Eisenoxydul	14,76	15,31	15,65
Manganoxydul	1,12		
Ceroxydul	20,01	20,28	20,50
Yttererde	0,35	0,81	1,45
Kalkerde	11,18	11,07	9,42
Talkerde	0,50	[0,50]	0,38
Kali	0,76	[0,76]	0,67
Wasser	2,51	2,56	3,38
	98,28	98,08	98,30
Spec. Gew. v. d. Glühen	3,50	3,496	3,373
Spec. Gew. n. d. Glühen	3,60	3,594	nicht ermittelt.

Indem ich weder Talkerde noch Alkali bestimmte, also die ammoniakalische Flüssigkeit, in welcher sich diese

Stoffe befanden, nicht eindampfte, so gingen mir geringe Mengen von Kieselerde, Thonerde und Kalkerde verloren, welche sich in dieser Flüssigkeit befinden mußten. Hierdurch fällt also der Verlust bei meiner Analyse etwas bedeutender aus, als sonst der Fall gewesen wäre. Die abgeschiedene Yttererde hielt eine Spur Cer und zugleich eine geringe Menge einer andern Erde, von der beim Niederschlag *N* die Rede seyn wird.

Die Ermittlung der chemischen Beschaffenheit des Niederschlags *N* hatte, wegen der geringen, nur etwa 0,012 Grm. betragenden Menge desselben, einige Schwierigkeiten; sie geschah inzwischen auf folgende Art. Die feingeriebene Substanz wurde mit Salzsäure erhitzt, wodurch ihre Farbe bald lichter wurde, ohne dafs aber eine vollständige Lösung erfolgte. Nur einigermassen wurde eine solche durch lange fortgesetztes Digeriren mit erhitzter Salzsäure erreicht. Die erhaltene sehr saure Solution gab mit einem Stücke hineingestellten neutralen schwefelsauren Kalis nach 12 Stunden einen höchst unbedeutenden, aber doch unter der Loupe als krystallinisch körnig erkennbaren Niederschlag. Die klare Solution wurde von letzterem durch Filtriren getrennt, und darauf mit Ammoniak gefällt. Der auf einem Filtrum gesammelte bräunliche Niederschlag wurde sogleich auf diesem in einigen Tropfen Salzsäure gelöst, und die durchgelaufene klare Solution an einem wenig erwärmten Orte bis zur Trockniß und Verjagung der überschüssigen Säure eingedampft. Hierdurch wurden in der zurückbleibenden gelblich gefärbten Salzmasse haarförmige, dicht an den Boden des Glases anliegende, büschelförmig geordnete Krystalle erhalten. Nachdem die ganze Salzmasse in einigen Tropfen Wasser gelöst worden war, und abermals mit einem Stückchen schwefelsauren Kalis behandelt wurde, entstand *augenblicklich* eine starke, aber *nicht krystallinische* Trübung. Die Flüssigkeit sammt dieser Trübung wurde nun mit einem Ueberschuß verdünnt-

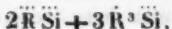
ter Kalilauge versetzt, gekocht, darauf der Niederschlag filtrirt und vor dem Löthrohre untersucht. Er gab hierbei folgende Reactionen: 1) Mit *Borax*, a) *oxydirend*; die heiße Perle ist gelb, die kalte farblos, wird durch Flattern emailleartig. b) *Reducirend*; heiß gelb, kalt gelbbraun; kann ebenfalls emailleartig geflattert werden. 2) Mit *Phosphorsalz*, a) *oxydirend*; heiß ist die Perle gelblich, kalt farblos. b) *Reducirend*; schwach amethystfarben nach der Abkühlung; durch Flattern emailleartig. Das kleine Filtrum, auf welchem der Niederschlag *N* gesammelt worden war, enthielt noch eine sehr geringe Quantität des letzteren, welche sich nicht vom Papiere hatte trennen lassen. Diese Spur des Niederschlags wurde mit einem Tropfen Salzsäure befeuchtet, wodurch sogleich eine gelbe, sich in die Poren des Papiers ziehende Lösung entstand. Als dieß Papier darauf mit ein Paar Tropfen Ammonium-Sulfhydrat befeuchtet wurde, nahm es, an allen den Stellen, wo es von jener Lösung gelb gefärbt war, sogleich eine schwarze Färbung an. — Aus dem beschriebenen Verhalten des Niederschlags *N* ergibt sich, daß derselbe hauptsächlich aus Zirkonerde, außerdem aber aus etwas Titansäure, Eisenoxyd, Ceroxyd und vielleicht aus einer Spur von Manganoxyd bestand. Die Gegenwart geringer Spuren von Kieselerde und Thonerde konnte nicht erwiesen werden, ist aber zu vermuthen. Jene 0,07 Procent eines Stoffes, der möglicherweise Beryllerde seyn konnte, sind vielleicht nichts als Thonerde gewesen. Zirkonerde und Titansäure dürften jedoch kaum zu den wesentlichen Bestandtheilen des Orthits von Hitteröe gehören, sondern ihr Vorhandenseyn in den von mir und Hrn. Münster untersuchten Mineralstücken rührt ohne Zweifel von fremden Beimengungen her ¹⁾).

1) Diese fremden Beimengungen können wirklich nachgewiesen werden. In den, an interessanten Mineralkörpern so reichen gangartigen Granitbildungen auf Hitteröe kommen unter anderen auch zwei

Dafs H. Rose in dem von ihm untersuchten Orthite von Hitteröe Beryllerde fand, kann, nach den mitgetheilten Untersuchungen, nur entweder darin begründet seyn, dafs dennoch auf jener Insel ein beryllerhaltiger Orthit vorkommt, der mir zufälligerweise bei meiner Analyse nicht in die Hand kam, oder darin, dafs H. Rose einen durch etwas eingemengten Gadolinit verunreinigten Orthit untersuchte. — Wie ich mich später überzeugte, rühren die verschiedenen specifischen Gewichte und Wassergehalte dieses Orthits hauptsächlich nur von einem verschiedenen Grade der Verwitterung desselben her. Das spec. Gewicht der frischesten Stücke dürfte, wie früher angegeben, zu 3,50, und ihre Volumveränderung nach dem Glühen zwischen 0,96 und 0,97 anzunehmen seyn.

2) Die Krystallform des Orthits, Allanits, Cerins und Gadolinit.

Orthit, Allanit und Cerin besitzen, wie ich bereits früher erwiesen habe ¹⁾, eine Zusammensetzung, welche nach demselben stöchiometrischen Formelschema, nämlich:



geordnet werden kann, in welchem Schema 1) beim *Orthit* $\ddot{R} = \ddot{Al}$, \ddot{R} hauptsächlich $= \ddot{Fe}$, \ddot{Ca} , \ddot{Ce} und \ddot{Y} ; 2) beim *Allanit* \ddot{R} ebenfalls $= \ddot{Al}$, \ddot{R} aber $= \ddot{Fe}$, \ddot{Ca} und \ddot{Ce} ohne \ddot{Y} ; und 3) beim *Cerin* $\ddot{R} = \ddot{Al}$ und \ddot{Fe} ,

Mineralien vor, die besonders den Orthit zu begleiten pflegen, und mitunter in dessen Masse eingewachsen sind. Beide Mineralien, von denen das eine dem Polymignit verwandt ist, und das andere, hinsichtlich seiner Krystallform, der phosphorsauren Yttererde gleicht enthalten Zirkonerde, und das erstere derselben ist zugleich titansaurehaltig. Die nähere Beschreibung dieser zwei neuen Mineralspecies, welche ich Polykras und Malakon genannt habe, gedenke ich baldigst in diesen Annalen mitzutheilen.

1) Diese Annalen, Bd. LI S. 477.

$R = Fe, Ca$ und Ce gesetzt werden muß. Da also die Verschiedenheit dieser Mineralien nur in dem Auftreten von isomorphen Bestandtheilen begründet ist, so läßt sich mit Grund erwarten, daß sie alle, wenn auch nicht vollkommen gleiche, doch einander sehr ähnliche Krystallformen besitzen werden, die sämmtlich zu demselben Systeme gehören, aber möglicherweise mit etwas verschiedenen Winkeln auftreten.

1) *Orthit*. Ueber die Krystallform dieses Minerals konnten bisher nur unvollkommene Beobachtungen gemacht werden, da es zu Finbo und an einigen anderen Orten in Schweden, woselbst sich bis vor Kurzem die ausgezeichnetsten Stücke desselben fanden, nie in Krystallen von scharfer Ausbildung, sondern meist nur in strahlenförmigen Massen vorkam, die mitunter aber eine Länge von $1\frac{1}{2}$ Fufs, bei einer Dicke von etwa 1 Linie, erreicht haben sollen. Zuweilen, jedoch nur selten, sind auch unvollkommen ausgebildete rhombische Säulen vorgekommen. Breithaupt ¹⁾ bestimmte hiernach die Primärform des Orthits als eine flache Rhombenpyramide. — Durch das Vorkommen des Orthits auf Hitteröe bin ich in den Stand gesetzt diese wenigen Daten durch einen kleinen Beitrag zu vermehren. Der Orthit findet sich hierselbst zum Theil in unförmlichen Massen, zum Theil in den für diese Mineralspecies so charakteristischen Strahlen, zum Theil aber auch in Krystallen, welche eine Länge von einigen Zollen, bei einer Breite von mehr als 1 Zoll und einer Dicke von etwa $\frac{1}{3}$ Zoll, erreichen. Auch jene strahlenförmigen Massen bestehen aus Krystallen, deren Dicke, im Verhältnifs zu ihren anderen Dimensionen, nur sehr gering ausfiel. Trotz aller angewendeten Sorgfalt ist es mir nicht gelungen einen Orthitkrystall unbeschädigt aus seiner Matrix herauszulösen; schon bei dem nothwendigen Sprengen des Gesteins gingen fast alle Krystalle in Stücke. Unter den

1) v. Leonhardt's Handbuch der Oryktognosie, 2 Aufl. S. 210.

erhaltenen Bruckstücken befinden sich jedoch einige mit so scharf ausgebildeten Flächen, daß eine Winkelmessung mittelst des Anlegegoniometers sehr gut ausführbar wurde; nie gelang es mir jedoch deutliche Zuspitzungsflächen an diesen Krystallbruchstücken aufzufinden. Letztere scheinen nur auf eine unvollkommene Weise ausgebildet zu seyn, wie dieß bei mehreren, in langen Prismen krystallisirenden Mineralien der Fall ist. Der horizontale Durchschnitt eines senkrecht gestellten prismatischen Orthitkrystalls stellt sich nicht immer ganz auf die nämliche Weise dar. (Siehe Fig. 14 und 15 Taf. IV.)

Der stumpfe Winkel φ , Fig. 14, wurde durch 10, an eben so vielen Krystallstücken ausgeführten Messungen gefunden:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mal} = 113^{\circ} \\ 2 \text{ -} = 113\frac{1}{2} \\ 2 \text{ -} = 114\frac{1}{2} \\ 3 \text{ -} = 115 \\ 2 \text{ -} = 116 \end{array} \right\} \text{ im Mittel} = 114^{\circ} 36'.$$

Dieser Winkel ist aber, wie man aus der Beschaffenheit des basischen Schnittes ersieht, die Neigung der Abstumpfungsfläche h' der scharfen Seitenkante des Prismas gegen die eine Säulenfläche M ; folglich beträgt der spitze Neigungswinkel beider Säulenflächen $114^{\circ} 36' - (180^{\circ} - 114^{\circ} 36') = 49^{\circ} 12'$. Die Krystallform dieses Orthits kann also als eine rhombische Säule mit Winkeln von $130^{\circ} 48'$ und $49^{\circ} 12'$ betrachtet werden, deren spitze und stumpfe Seitenkanten durch die Flächenpaare $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$ abgestumpft erscheinen. Sehr wahrscheinlich ist es jedoch, daß der Winkel $M : \bar{M}$ etwas kleiner ist, als $130^{\circ} 48'$. Gerade an dem am schärfsten ausgebildeten Krystallbruchstücke, welches ich besitze, wurde nämlich $h' : M$ constant $= 116^{\circ}$, und zwar eher $\frac{1}{2}$ Minute darüber als darunter gefunden; woraus sich für das rhombische Prisma Winkel von 128° und 52° ergeben, die

ich für genauer halte, als die vorhin angegebenen. — Häufiger, als die eben beschriebene Form, kommt die in Fig. 15 Taf. IV vor, welche sich jedoch von der vorigen nicht wesentlich, sondern nur dadurch unterscheidet, daß das Flächenpaar $\infty \bar{P} \infty$ und die eine M Fläche verdrängt sind.

2) *Allanit*. Der erste Untersucher des grönländischen Allanits, Thomas Thomson, beobachtete ¹⁾ unter den Krystallen dieses Minerals 1) ein schiefwinkliges Prisma von 117° ; 2) ein sechsseitiges Prisma mit zwei Winkeln von 90° und vier Winkeln von 135° , zugespitzt durch eine vierflächige Pyramide, anscheinend (so weit sich dieß aus der Beschreibung entnehmen läßt) horizontale Combinationskanten mit denjenigen vier Flächen bildend, welche sich paarweise unter rechten Winkeln schneiden; 3) ein Prisma von 117° mit starker Abstumpfung der spitzen Seitenkanten (*with the acute angle of 63° replaced by one plane*) ²⁾. — Haidinger ³⁾, welcher die Krystalle des Allanits später untersuchte, giebt unregelmäßig sechsseitige Säulen mit Winkeln von 116° , 115° und 129° an. — Alle diese Angaben deuten mehr oder weniger darauf hin, daß der grönländische Allanit und der Orthit von Hitteröe gleiche Krystallform besitzen. Thomson's schiefwinklige Prismen von 117° entsprechen der Combination $\infty P \cdot \infty \bar{P} \infty$, mit Verdrängung des einen M Flächenpaares, wie dieß in Fig. 15 Taf. IV dargestellt ist; und Haidinger's Messungen stimmen ziemlich genau mit den Winkeln dersel-

1) *Transactions of the royal Society of Edinburgh, Vol. VI p. 372.*

2) Die Zuspitzung dieser Prismen beschreibt Thomson mit folgenden Worten: „... *terminated by an acumination, having three principal facettes set on the larger lateral planes, with which the centre (of) one measures 125° and 59° .*“

3) v. Leonhardt's *Oryktognosie*, 2te Auflage, S. 482.

ben Combination, aber ohne Verdrängung jenes Flächenpaares, überein, wie dies Fig. 16 Taf. IV anschaulich macht.

Thomson's zweite Beobachtung würde einer Combination $\propto \bar{P} \frac{1}{2} \propto \bar{P} \propto \propto \bar{P} \propto$ entsprechen, denn

$$\frac{\operatorname{tg}(135^{\circ} - 90^{\circ})}{\operatorname{tg}(154^{\circ} - 90^{\circ})} = 0,488,$$

und die Zuspitzung kann $\bar{P} \propto \cdot \bar{P} \propto$ gewesen seyn. Möglicherweise kann aber hier auch, aus Mangel an genau meßbaren Individuen, eine Verwechslung mit

$$\propto P \propto \bar{P} \propto \propto \bar{P} \propto,$$

bei Verdrängung des einen M Flächenpaares, stattgefunden haben. Eine Combination der letzten Art zeigt Fig. 17 Taf. IV.

Was endlich Thomson's dritte Angabe betrifft, so möchte hier wohl unter dem Ausdrucke: „*with the acute angle replaced by one plane*,“ nicht eine gegen beide Seitenflächen gleich geneigte Abstumpfungsfäche verstanden seyn, sondern diese Combination ist möglicherweise keine andere gewesen, als $\propto P \propto \bar{P} \propto$, Fig. 16 Taf. IV. Dies wird um so wahrscheinlicher, wenn man die von Thomson gegebene getreue Abbildung des betreffenden Krystalls betrachtet, aus welcher ersichtlich ist, daß dieser Krystall zum großen Theil von Matrix umschlossen war, wodurch die Messung einiger Winkel verhindert wurde.

3) *Cerin*. Die Krystallform dieses Minerals ist, nach G. Rose's Bestimmungen ¹⁾, eine rhombische Säule von 128° , mit Abstumpfungen der scharfen und stumpfen Seitenkanten; dieselbe stimmt also mit der des Orthits und Allanits genau überein.

4) *Gadolinit*. Ueber die Krystallform des Gadolinit besitzen wir die Angaben verschiedener Krystallo-

1) Glocker's Grundriß der Mineralogie, S. 394.

graphen¹⁾). Kupffer hält das Krystallsystem dieses Minerals für rhombisch. Er beobachtete eine Combination:

$$\infty P. \infty \check{P} \infty. 2 \check{P} \infty. P$$

$$\infty P = 130^\circ$$

$$2 \check{P} \infty = 70^\circ.$$

Von P waren nur Spuren vorhanden. — Nach Haüy und Phillips gehört die Krystallform des Gadolinites zum monoklinometrischen (2- und 1gliedrigen) Systeme. Ersterer mafs eine Combination:

$$\infty P. P. P \infty. (\infty P 2). \infty P \infty.$$

$$\infty P = 109^\circ 28'$$

$$P = 156^\circ 55'$$

$$P \infty = 54^\circ 44'.$$

Mit diesen Bestimmungen scheint es durchaus nicht im Einklange zu stehen, was Phillips beobachtete, nämlich:

$$\infty P. (m P \infty). \infty P \infty. (\infty P \infty)$$

$$\infty P = 115^\circ.$$

Zugleich giebt Phillips den Neigungswinkel α der Klinodiagonale gegen die Hauptaxe zu 82° an. — In der Mineraliensammlung der Universität zu Christiania befindet sich ein Gadolinitkrystall von Hitteröe, dessen Form und Gröfse Fig. 18 und Fig. 19 Taf. IV etwa angeben.

Der Krystall hat zwar, namentlich an einzelnen Stellen, durch Verwitterung sehr gelitten, was derselbe aber zum Theil hierdurch an Schärfe seiner ursprünglichen Ausbildung verloren hat, wird einigermassen durch seine Gröfse ersetzt, so dafs folgende approximative Winkelbestimmungen mittelst des Anlegegoniometers gemacht werden konnten:

$$M : M = 115^\circ$$

$$p : p = 70\frac{3}{4}^\circ$$

$$x : k = 131^\circ.$$

Was die Neigung von $M : M$ betrifft, so herrscht hierin

1) C. F. Naumann's Lehrbuch der Mineralogie, S. 456.

einige Ungewissheit. An der vorderen, allerdings durch Verwitterung stark veränderten, in Fig. 18 Taf. IV dem Beobachter zugekehrten Seite des Krystalls beträgt dieselbe nämlich etwa 120° . Ich glaube jedoch nicht, daß auf diese Beobachtung Werth zu legen sey. An der Hinterseite des Krystalls, in der Gegend von A, Fig. 19 Taf. IV, befindet sich eine sehr wohl erhaltene Stelle, und hier erhielt ich constant $M: M=115^\circ$. Der Winkel $p: p=70\frac{3}{4}^\circ$ ist das Mittel aus wiederholten Messungen. Legt man das Goniometer an die unteren Spitzen, in welche die p Flächen auslaufen, so erhält man den Winkel stets 1° bis 2° größer, als wenn man ihn dem Scheitel des Krystalls so nahe als möglich mißt; letzteres ist aber wohl das Richtigere. Unter $x: k$ ist die Neigung der Fläche x gegen die stumpfe Seitenkante k zu verstehen. Die dargestellte Combination läßt sich betrachten als:

$$\infty P, mP \infty, (mP \infty)$$

$$M = \infty P; x = mP \infty; p = (mP \infty).$$

Die anscheinende, sehr schroff auf die M Flächen aufgesetzte Zuspitzung wird durch keine selbstständigen Flächen bewirkt, sondern rührt von einem treppenartigen Schmälerwerden des Krystalls her, veranlaßt durch das abwechselnde Auftreten von M und x . Aus dem Verhältniß $M: M=115^\circ$ und dem, von Phillips bestimmten Neigungswinkel der Klinodiagonale $\alpha=82^\circ$, ergiebt sich das Verhältniß zwischen den Längen der klinodiagonalen und orthodiagonalen Nebenaxe wie

$$1: \operatorname{tg} \frac{1}{2} 115^\circ \cdot \cos 8^\circ = 1: 1,554.$$

Das Längenverhältniß der Hauptaxe zur orthodiagonalen Nebenaxe kann aus dem Winkel $p: p=70\frac{3}{4}^\circ$ berechnet werden. Angenommen nämlich, daß das klinodiagonale Prisma kein $(mP \infty)$, sondern ein $(P \infty)$, also $m=1$ sey, so erhält man jenes Verhältniß wie

$$\frac{\cot \frac{1}{2} 70\frac{3}{4}^\circ}{\cos 8^\circ}: 1 = 1,422: 1.$$

Folglich verhalten sich die Längen der Hauptaxe, der klinodiagonalen und der orthodiagonalen Nebenaxe zu einander wie 2,209 : 1 : 1,554. Der Winkel $x : k$, aus welchem $mP\infty$ näher bestimmt werden kann, liefs leider die unvollkommenste Messung zu. Der angegebene Werth von 131° ist ein Mittel aus vielen Beobachtungen, welche zwischen den Gränzen 129° und 132° schwankten. Nimmt man 131° für das richtige Mittel, so wird $m = \frac{\sin [131^\circ - (90^\circ + 8^\circ)]}{2,209 \cdot \sin 131^\circ} = 0,327$, also sehr nahe $= \frac{1}{3}$. Die Combination wird also nach diesen Bestimmungen:

$$\infty P. \frac{1}{3} P \infty. (P \infty),$$

oder auch:

$$\infty P. P \infty. (3 P \infty),$$

je nachdem man nämlich die vorher angegebenen Axenverhältnisse adoptirt, oder dieselben zu 0,737 : 1 : 1,554 verändert, wobei die Hauptaxe auf ein Drittel ihrer vorigen Länge reducirt ist. Letztere Deutung der Combination halte ich für die am meisten wahrscheinliche.

Die Angaben von Phillips stehen mit den meinen in genügendem Einklange; das Auftreten von $\infty P \infty$ und $(\infty P \infty)$ in der von ersterem entwickelten Combination, welches bei dem Gadolinit von Hitteröe nicht stattfindet, bedingt natürlicherweise keine wesentliche Verschiedenheit der betreffenden Krystallgestalten. Es bleibt also nun noch übrig einen Versuch zu machen, die eben mitgetheilten Resultate mit denen von Kupffer und Haüy in Harmonie zu bringen. — Dafs Kupffer $\infty P = 130^\circ$ anstatt $= 115^\circ$ fand, kann sehr leicht in einer mangelhaften Ausbildung des von ihm gemessenen Krystalls seinen Grund gehabt haben. Denkt man sich den von mir beschriebenen Krystall in dem Niveau der Linie ab , Fig. 19 Taf. IV, abgebrochen und nur den oberen Theil vorhanden, so können die gestreiften und sich nach dem Scheitel des Krystalls zusammenziehenden pyrami-

denartigen Flächen leicht mit Prismenflächen verwechselt werden, deren Kantenwinkel alsdann natürlicherweise gröfser als 115° ausfallen mufs. In der Nähe der Stelle *B* fand ich denselben fast genau 130° . Es ist jedoch auch möglich, dafs an gut ausgebildeten Krystallen ein verticales Prisma von, wenigstens annähernd, 130° vorkommen könne; nach den gefundenen Axenverhältnissen berechnet, ist nämlich der Winkel der stumpfen Seitenkanten eines Prismas $\propto P\frac{3}{2} = 128^\circ 54'$. Die Gestalt, welche Kupffer zu $2\tilde{P}\propto$ bestimmte, kann p , d. h. $(3P\propto)$ nach unserer Bezeichnung, gewesen seyn; denn Kupffer's $2\tilde{P}\propto = 70^\circ$ und unser $p = 70\frac{3}{4}^\circ$. — Was Haüy's Angaben betrifft, so habe ich vergebens versucht, dieselben so zu deuten, dafs sie mit denen der übrigen Beobachter in Harmonie kämen. Der Kantenwinkel von Haüy's $\propto P = 109^\circ 28'$ könnte zwar möglicherweise, indem der betreffende Krystall nicht in die richtige Axenstellung gebracht wurde, nicht dem Hauptprisma, sondern unserem $(3P\propto)$ angehören, dessen stumpfe Seitenkanten $180^\circ - 70\frac{3}{4}^\circ = 109\frac{1}{4}^\circ$ betragen und sich aus Kupffer's eben erwähnten Messungen von $2\tilde{P}\propto$ (unserem $(3P\propto)$) zu 110° ergeben; allein damit ist noch wenig erklärt. Haüy's $P = 156^\circ 55'$ würde, nach unseren Axenverhältnissen berechnet, annähernd ein $\frac{1}{2}P$ geben, und sein $(\propto P2)$ und $\propto P\propto$ würden zu $(6P\propto)$ und $0P$. Der Winkel $P\propto = 54^\circ 44'$ widerspricht aber allen diesen Annahmen gänzlich. Es scheint also, dafs entweder hier irgend eine fehlerhafte Angabe gemacht worden ist, oder dafs der von Haüy gemessene Krystall nicht einem wirklichen Gadolinite, sondern einem andern, vielleicht ähnlichen Minerale angehört hat.

Als *Hauptresultate* der wenigen, bisher über die Krystallform der in Rede stehenden Mineralien angestellten Untersuchungen ergeben sich folgende:

I. *Orthit*, *Allanit* und *Cerin* haben eine gemeinschaftliche, zum rhombischen Systeme gehörige Krystallform, gewöhnlich eine Combination von:

$$\infty P. \infty \bar{P} \infty. \infty \check{P} \infty$$

$$\infty P = 128^\circ - 130^\circ.$$

Zuspitzungen dieser prismatischen Krystalle sind bis jetzt nur am Allanit ($\bar{P} \infty. \check{P} \infty$) von Thomson, und am Cerin (zwei Endzuspitzungen von 110° und 70°) von G. Rose beobachtet worden.

II. *Gadolinit* krystallisirt in Formen, welche anscheinend zum monoklinometrischen (2- und 1-gliedrigen) Systeme gerechnet werden können. Beobachtete Combinationen sind:

$$1) \infty P. P. (3P \infty). (\infty P \infty) \text{ oder:}$$

$$\infty P \frac{1}{2}. P. (3P \infty). (\infty P \infty)$$

$$2) \infty P. (mP \infty). \infty P \infty. (\infty P \infty)$$

$$3) \infty P. P \infty. (3P \infty)$$

$$\alpha = 82^\circ \text{ (Phillips)}$$

$$a : b : c = 0,737 : 1 : 1,554 \text{ (annähernd)}$$

$$\infty P = 115^\circ \text{ (von Phillips und mir gemessen)}$$

$$P \infty = 107^\circ 23' \text{ (berechnet)}$$

$$(P \infty) = 129^\circ 40' \text{ (berechnet)}$$

$$(3P \infty) = 109\frac{1}{4}^\circ \text{ (von mir gemessen).}$$

Haüy's Beobachtungen habe ich bei dieser Zusammenstellung weggelassen, weil sie den übrigen zu sehr widersprechen. Künftige Untersuchungen müssen es jedoch lehren, in wie weit die, hier als annähernd richtig angenommenen Verhältnisse der Wahrheit nahe kommen. Wie es scheint, sind bisher nur mehr oder weniger mangelhafte Gadolinitkrystalle gemessen worden, und es dürfte daher kein großer Werth auf diese Messungen zu legen seyn. Ich halte es sogar für kaum mit völliger Sicherheit abgemacht, daß die Krystallform des Gadolinit nicht zum rhombischen (1- und 1-axigen), sondern zum monoklinometrischen Systeme gehört; obwohl für letztere.

Annahme manches zu sprechen scheint, wie unter anderem der Habitus des von mir gemessenen Krystalles.

3) Einiges über die Fundorte dieser Mineralien.

Das Verzeichniß von früher nicht allgemein bekannten Fundorten, welches ich in Bd. LI S. 502 dieser Annalen mitgetheilt habe, kann ich durch einige neue Angaben vermehren. Was die folgenden schwedischen Fundorte anbelangt, so verdanke ich deren Mittheilung der Güte der HH. Svanberg und Erdmann; mit den norwegischen Fundorten wurde ich größtentheils auf einer im Jahre 1842 im südlichen Norwegen unternommenen Reise bekannt, und habe hierüber bereits in v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch, Jahrg. 1843, Heft 6, ein Näheres mitgetheilt.

In Schweden:

Stockholm. An sehr vielen Orten in der Umgegend dieser Stadt, und sogar auf einigen Stellen, welche innerhalb ihres Territoriums liegen. Kongsholmen und Djurgården (Thiergarten) habe ich bereits früher angegeben. Ferner: Kulleberg, Marieberg, Danvikstull, Callbergstracten, Eriksberg, Barnängen, Långholmen, Carthagobakken, Hefsingén. *Ost-Gothland.* Gutténvik, Engelholm. *Wermeland.* Agegrufvan. *Dalarne.* Furudal. *Södermanland.* Askeberg. *Westmanland.* Fernebo-Kirchspiel.

In Norwegen.

Arendal. Langsev-Grube, Barbo-Grube, Thorbjørnsboe-Grube, Alveholms-Grube, Solberg-Grube, Aslak-Grube, Stul-Grube, Braastad-Grube, Buøe, Narestøe, Lärrestved-Grube, Nødebrøe-Grube¹⁾. *Tvedestrand.* Haneholm, Solberg-Grube, Lyngrot-Grube. *Frederiksvørn.* Rødkindholm.

- 1) Die beiden letztgenannten Stellen hat Hr. Poulsen aufgefunden; s. *Förhandlingar vid de Scandinaviske Naturforskarnes tredje Møte i Stockholm*, p. 541.

An den meisten dieser Fundorte kommen orthitartige und allanitartige Mineralien vor, deren genauere Bestimmung allerdings noch der chemischen Analyse bedarf; Gadolinit findet sich ungleich seltener. Ausser den bereits allgemein bekannten Fundstätten (besonders Ytterby, Brodbo, Finbo, Kårarfvet und Hitteröe) kommt derselbe, mit einiger Gewissheit, nur noch zu Tunaberg in Schweden vor. — Die in Rede stehenden Mineralien sind, nach diesen und älteren Angaben, bisher gefunden worden:

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1) in Norwegen und Schweden an etwa 60 Stellen | | | |
| 2) in Russisch-Finnland | - | - | 5 |
| 3) in Grönland | - | - | 4 |
| 4) in Nord-Amerika | - | - | 5 |

Dazu kommt noch die Fundstätte einer Allanitart im Ural, in der Gegend von Miask, welche Herrmann ¹⁾ Ural-Orthit genannt hat. — Die größte Meereshöhe, in welcher solche Mineralien angetroffen worden sind, beträgt etwa 3600 Fufs; so hoch (genauer 3520 F.) liegt der Bygdin-See auf Jötun-Fjeld, nach Keilhau's Messungen.

Schon früher habe ich auf das sonderbare Factum aufmerksam gemacht, dafs das Vorkommen dieser interessanten Mineralgruppe an die Urgebirgsdistricte gewisser nördlicher Länderstriche gebunden zu seyn scheint. Je mehr neue Fundorte bisher entdeckt wurden, desto auffallender tritt diese Thatsache hervor. Von sämtlichen der genannten, sich etwa auf 60 belaufenden europäischen Fundorten liegt nur ein einziger südlicher als der 58^{te} Grad N. Br., nämlich der des Orthits in der schwedischen Provinz Schonen (zwischen 55½ und 56½ Grad N. Br.). Bedenkt man zugleich, dafs diejenigen Länder, in denen diese Mineralien angetroffen wurden, nicht etwa vorzugsweise von reisenden Mineralogen durchforscht

wor-

1) Erdmann und Marchand's Journal, Bd. XXIII, Heft 5.

worden sind, so scheint hier wirklich ein anderer Umstand als der bloße Zufall im Spiele zu seyn. Außerdem verdient noch eine andere Thatsache Aufmerksamkeit. Obgleich ich eine zahlreiche Sammlung solcher Mineralien besitze, und auch in anderen Sammlungen eine bedeutende Anzahl Stufen derselben gesehen habe, so ist mir nicht ein einziges Beispiel bekannt, daß eins dieser Mineralien in einem *normalen, parallel-schiefrigen Gneuse* vorgekommen wäre; stets ist ihr Auftreten an granitische Gesteine, oder, wiewohl weit seltener, an krystallinische Urkalk-Massen gebunden, in beiden Fällen an *abnorme* Gebirgsarten, mögen diese nun ein sehr ausgebreitetes Areal einnehmen, oder in Gängen, Nieren oder gangförmigen Massen (Adern) auftreten. Dergleichen abnorme Massen kommen wohl, mehr oder weniger häufig, in dem Urgebirge aller Länder vor, aber sie sind, wie es scheint, völlig leer an diesen eigenthümlichen Mineralkörnern. Noch neuerlich ist der Granit des Riesengebirges von G. Rose untersucht und beschrieben ¹⁾ worden. Die in demselben an mehreren Stellen vorhandenen Partien eines mehr grobkörnigen Granits, mit großen Feldspath-, Quarz- und Glimmer-Krystallen nebst Schriftgranit, haben, in einiger Beziehung, Aehnlichkeit mit mehreren der skandinavischen Fundstätten; dennoch fanden sich darin durchaus keine jener Mineralien, deren Vorhandenseyn einem so scharfen Beobachter, wie G. Rose, sicherlich nicht entgangen wäre. Allerdings giebt es auch in Schweden und Norwegen viele Granitpartien im Gneuse und Ausscheidungen von grobkörnigem Granit in feinkörnigem, welche eben so leer an diesen Mineralkörpern sind; aber dieß dürfte doch keinen gewichtigen Einwand gegen meine Ansicht abgeben: *daß die skandinavische Urgneus-Formation* (welche wir wahrscheinlich auch in Grönland, Nord Amerika, Rußland und vielleicht auch Asien wiederfinden) *vor*

1) Diese Annalen, Bd. LVI S. 617.

den ähnlichen Formationen südlicherer Landstriche, durch das Auftreten abnormer krystallinischer Gesteine, welche Orthit, Allanit und damit verwandte Mineralien bei sich führen, auf eine, der Berücksichtigung nicht unwerthe Art, charakterisirt sey. Diese Thatsache, deren Einzelheiten möglicherweise durch spätere Beobachtungen noch modifirt werden können, soll nur auf einen Unterschied *anscheinend gleicher* Gesteinsmassen aufmerksam machen, aus deren vielseitig angenommener Identität Schlüsse gezogen werden, welche von wesentlichem Einflusse auf geologische Theorien sind ¹).

- 1) Diejenigen Geognosten, welche mir hierbei den Einwurf machen, daß das Auftreten von abnormen Gesteinen, inmitten irgend einer anderen Gebirgsart, nichts mit der Beschaffenheit dieser letzteren selbst zu thun habe, erlaube ich mir auf einige meiner früheren Aufsätze zu verweisen, in denen ich mehrfach den innigen Zusammenhang beschrieben und hervorgehoben habe, in welchem viele jener granitischen Massen zum umgebenden Gneuse stehen. Karsten's Archiv, Bd. XVI, neue Reihe (Ueber die Bildungsgesetze des Gneuses, mit besonderer Beziehung auf die Keilhau'sche Theorie). Diese Annalen, Bd. LVI S. 488 (Beschreibung der Fundstätten des Gadolinita auf Hitteröe). v. Leonhard und Bronn's neues Jahrbuch, Jahrgang 1843, S. 631 (Geognostisch-mineralogische Skizzen gesammelt auf einer Reise an der Südküste Norwegens)

VI. Nachtrag zu der Abhandlung über Pyroelektricität ¹⁾).

Hr. Dr. Hankel hat gegen den genannten Aufsatz einige Bemerkungen gemacht (dies. Band, S. 281), die sich so leicht von selbst erledigen, daß ihr wesentlicher Inhalt uns zu keiner Entgegnung veranlaßt haben würde. Aber sie haben uns aufmerksam gemacht auf eine Lücke in unserer Abhandlung, deren Ausfüllung wir nicht verschieben dürfen, um nicht dem ferneren Studium der Pyroelektricität zu schaden. Hr. Hankel verweist uns nämlich wiederholt auf seine früheren Versuche, und macht uns den Vorwurf, zwar seine Untersuchungen und deren Resultate citirt, die einzelnen Versuche aber gänzlich unbeachtet gelassen zu haben. — Ein solches Verfahren pflegt man nun überall zu befolgen, wo man die Art, auf welche Versuche angestellt sind, für ungenau hält; dasselbe näher zu motiviren, haben wir aber unterlassen, weil Einer von uns schon früher Hrn. Hankel öffentlich aufgefordert hatte ²⁾ seine pyroelektrischen Versuche durch eine Kritik seiner Prüfungsmethode zu rechtfertigen. Da dieser Aufforderung kein Genüge geschehen ist, so mögen hier die Gründe angegeben werden, nach welchen wir jene Methode für durchaus verfehlt halten müssen.

Hr. H. bedient sich eines Bohnenberger'schen Elektroskops. Dieses Instrument ist, nach den Aeußerungen Pfaff's, de la Rive's, Becquerel's und nach unseren eigenen Erfahrungen, zu seinen Versuchen untauglich, da seine Anzeigen unter anscheinend gleichen

1) Dies. Annalen, Bd. LIX S. 353.

2) Repertorium der Physik, Bd. VI S. 269.

Bedingungen nicht constant bleiben und die Pole der beiden Säulen selten eine kurze Zeit hindurch in dem Zustande erhalten werden können, welchen die freie Beweglichkeit des Goldblattes fordert. An dem Zuleiter des Instruments ist ein langer dünner Draht befestigt, mit dessen spitzem Ende die zu untersuchende Stelle des Krystalls berührt wird. Aber nur bei starker Elektricität der Stelle ist eine einzelne leise Berührung eines Punktes derselben hinreichend, einen deutlichen Ausschlag (durch Influenz) am Instrumente zu geben; in den meisten Fällen muß man eine Mittheilung von Elektricität erzwingen, indem man die Drahtspitze über einen Theil der zu untersuchenden Fläche fortführt, wobei eine Reibung derselben nicht zu vermeiden ist. Es ist möglich, daß Hr. H. diese Fehlerquelle gekannt und vermieden hat, und ein empfindlicheres zuverlässigeres Elektroskop besitzt, als Andere, aber dann hätte er sich die Erwähnung leicht möglicher Irrungen nicht ersparen sollen. Eine andere, früher gebrauchte, Prüfungsart ist noch schwieriger und unsicherer, als die eben beschriebene; sie kann hier übergangen werden, da sie, auf specielle Fälle eingeschränkt, von Hrn. H. selten angewendet worden ist. Der Haupttadel, der beide Methoden trifft, bezieht sich auf den Zustand, in welchen der zu prüfende Krystall versetzt wird, und der kaum ungünstiger für die beabsichtigte Prüfung zu erdenken wäre. Niemand, der den einfachst gestalteten Körper gleichmäßig zu erwärmen oder abzukühlen wünscht, wird denselben in freier Luft auf eine Metallfläche setzen, wie es hier mit einem vieleckigen Krystalle geschieht. Wer vermöchte da von einer bestimmten Stelle anzugeben, ob sie an einem gegebenen Zeitmomente sich abkühle oder erwärme. Aber es ist das Schwankende der Wärmebewegung nicht allein, welche die elektrische Prüfung an dem Krystalle so höchst unsicher machen muß. Hr. Hankel läßt den Krystall während einer ganzen Versuchsreihe, gewiß also Vier-

telstunden lang, auf dem Bleche stehen, ohne ihn von Elektrizität zu säubern; er löscht sogar die Lampe, welche das Blech erhitzt, setzt die Untersuchung fort und nimmt ohne Weiteres jede Stelle, die er elektrisch findet, für einen Pol. Die Elektrizität, die sich während der ganzen Wärmebewegung an den wirklichen Polen erzeugt, verbreitet sich bekanntlich über die Oberfläche des Krystalls, und häuft sich an Kanten, Ecken und verletzten Stellen desselben an. Diese Elektrizität kann auch durch Influenz den natürlichen elektrischen Zustand des Krystalles ändern. Aepinus hat einen Versuch beschrieben, in welchem dem einen Ende einer Glasröhre positive Elektrizität mitgetheilt wurde, und sich nach kurzer Zeit einige Zolle davon auf der Röhre negative Elektrizität und noch einige Zolle weiter positive Elektrizität vorfand. Was hier so augenfällig im Großen geschah, wird auf dem Krystalle, an dem sich Elektrizität fortwährend entwickelt, im Kleinen sich wiederholen müssen, und es kann leicht geschehen, daß auf der Mitte einer Krystallfläche sich Elektrizität findet, die durch Influenz der elektrischen Ecken entstanden ist. Nimmt man noch hinzu, daß durch das leitende Blech ein Theil der auf dem Krystalle erzeugten Elektrizität abgeleitet wird (eine Störung, die Hr. Hankel bemerkt, aber nicht gehörig beseitigt hat), so ist es klar, daß die hier besprochene Untersuchungsart den pyroelektrischen Krystall in einem elektrischen Zustande kennen lehrt, der von dem, den man kennen will, sehr weit verschieden seyn kann.

Was uns für eine wissenschaftliche Begründung der Pyroelektrizität nöthig schien, und was wir in unserer Abhandlung zu leisten versuchten, ist die Angabe und Anwendung eines wissenschaftlich gerechtfertigten Verfahrens, bestimmte Stellen an Krystallen aufzusuchen, die wir als Pole bezeichneten. Diese Pole haben genau angegebene Eigenschaften, die sich sicher und leicht zu jeder Zeit nachweisen lassen. Wo wir daher Pole angegeben haben,

lassen sie sich durch Raisonnement nicht fortschaffen, wo wir solche geläugnet haben, lassen sie sich nicht hinbringen, wenn man nicht die Bedeutung ändern will, die wir den Polen beigelegt haben. Wenn wir an Exemplaren einer Krystallgattung solche ausgezeichnete, sicher wiederzufindende Stellen nicht angeben konnten, haben wir ihnen noch keine Pole beigelegt, sondern sie nur als pyroelektrisch bezeichnet, wie dieß am Titanit, Quarz, Schwerspath der Fall war, unbekümmert darum, daß Hr. Hankel durch seine Methode bei den beiden ersten Mineralien die Pole auf das genaueste bestimmt hatte.

Nach dieser *wesentlichen* Vorerinnerung gehen wir die Hankel'schen Bemerkungen vollständig durch, obgleich dieselben größtentheils für die Sache selbst von keiner Bedeutung sind.

Hr. Hankel macht an kurze leicht faßliche Bezeichnungen den Anspruch, daß sie erschöpfend seyen und das Wesen der bezeichneten Erscheinungen ausdrücken sollen. Das Wort Pyroelektricität soll verworfen werden, weil die meisten Mineralien nur eine geringe Wärme verlangen, um elektrisch zu werden, manche sogar eine starke Hitze ihrer Natur nach nicht vertragen. Dagegen kann bemerkt werden, daß viele Titanite und einige Turmaline nur bei Anwendung einer starken Hitze elektrisch werden, und daher die von Hrn. H. gebrauchte Bezeichnung Thermoelektricität doch auch nicht anwendbar wäre. Im Ernste handelt es sich hier nicht um dieses oder jenes Wort, sondern um die Nothwendigkeit, die elektrischen Wirkungen erwärmter Krystalle durch die Bezeichnung getrennt zu halten von den galvanischen Wirkungen erwärmter Metalle, die gewöhnlich unter dem Namen Thermoelektricität beschrieben werden. Die Erfahrung hat gelehrt, daß voreiliges Generalisiren und Zusammenwerfen scheinbar ähnlicher Erscheinungen der Wissenschaft stets Nachtheil gebracht hat.

Hr. H. verwirft die Bezeichnung analoger und antiloger Pol, weil man auch die Harzelektricität als die positive ansehen könne. Man nennt seit Lichtenberg die Glaselektricität die positive ohne theoretische Voraussetzung, und wir wünschen unsere Bezeichnungen nur so lange beibehalten, bis es ausgemacht seyn wird, welche von beiden Elektricitäten die eigentlich reel positive sey. Im schlimmsten Falle werden alsdann unsere Bezeichnungen umzukehren seyn. Die scheinbare oder reelle Anomalie am Borazit kann hierbei nicht beachtet werden, da bisher überall die Terminologie nach den am häufigsten vorkommenden Fällen, die deshalb als normale betrachtet werden, eingerichtet worden ist.

Es wird in unserer Abhandlung vom Topase ausgesagt, dafs er *vier* Pole besitze, von welchen zwei zusammenfallen. Gleich darauf nennen wir der Kürze wegen diese Art der Anordnung eine dreipolige, was Hrn. Hankel zu der Bemerkung veranlafst, dafs die Zahl drei nicht recht in die elektrischen Verhältnisse passe. Beiläufig mag hier erinnert werden, dafs man bekanntlich leicht einen Magnetstab vorrichten kann, der zwei gleiche Pole an den Enden und einen ungleichnamigen Pol in der Mitte besitzt.

Hr. H. hat an dem Borazite drei elektrische Axen angegeben, »die mit den krystallographischen Axen des Würfelsystems zusammenfallen.« Wir haben zwei Borazite auf diese Axen untersucht, und theils keinen Gegensatz in der Elektricitätsart paralleler Würfelflächen, theils diese Elektricität auf derselben Fläche nicht einmal von constantem Zeichen gefunden. Eine Linie an einem Krystalle, deren Endpunkte unter gleichen Bedingungen weder constante noch entgegengesetzte Elektricität zeigen, kann nicht eine Axe seyn. Dafs wir die von uns bemerkte Elektricität einer Anhäufung zugeschrieben haben und noch zuschreiben, braucht kaum ausgemacht zu werden, wenn das Erste bewiesen ist.

Den interessantesten Punkt in den Hankel'schen Arbeiten bilden unstreitig die Polwechsel ohne vorangehenden Wechsel der Wärmebewegung, die derselbe am Borazit und Titanit angegeben hat. Wir haben diesen Punkt vorurtheilsfrei und sorgfältig untersucht, und den in der Abhandlung angegebenen Versuch im Schrotbade zu vielen Malen und stets mit demselben negativen Erfolge angestellt. Hr. H. irrt, wenn er angiebt, daß wir, in freier Luft experimentirend, am Borazit die von ihm angegebenen Erscheinungen gefunden hätten. Hr. H. hat am Borazit regelmässige Polwechsel bei fallender und steigender Temperatur, und zwar in vielen Fällen bei derselben Wärmebewegung nicht Einen, sondern zwei und mehr Wechsel gefunden. Uns ist ein Polwechsel bei steigender Temperatur nie vorgekommen; wir haben, wie ausdrücklich bemerkt worden, bei fallender niemals mehr als Einen Wechsel bemerkt, selbst wenn der Krystall nach Erhitzung in der Flamme bis zur Lufttemperatur erkaltete. Hr. H. hat unsern Versuch im Schrotbade wiederholt, und hier wirklich einen Polwechsel gefunden. Aber bei der großen Unsicherheit der Prüfungsmethode mit dem langen Drahte muß ein negatives Resultat mehr gelten als ein positives, zumal da das letztere sich nicht bestimmt ausgesprochen zu haben scheint. Hr. Hankel ist nämlich sonst nicht sparsam mit dem Detail seiner Versuche; er hat, als der Borazit noch auf einem Bleche lag, uns die Thermometerangaben nicht vorenthalten, die doch nur für ihn, und für keinen Andern sonst, eine Bedeutung hatten. Bei dem vorliegenden Versuche hingegen, wo ein Thermometer neben dem Krystalle in Schrot versenkt war, wo also die Temperaturen einen allgemein verständlichen Sinn hatten, erfahren wir nicht, bei welchem Wärmegrade der Wechsel eingetreten sey. Auch wird jetzt nur von Einem Wechsel bei derselben Wärmebewegung gesprochen, obgleich früher deren mehr behauptet wur-

den. Diese wiederholten Wechsel und ihr constantes Auftreten zwischen bestimmten Temperaturgränzen aufzuzeigen, mußte für Hrn. H. von der größten Wichtigkeit seyn, und wenn das Bleischrot die dazu nöthige Hitze nicht ertrug, so konnte dasselbe mit andern Metallbrocken vertauscht werden. Endlich noch ist früher von Hrn. Hankel der Polwechsel am Titanit so bestimmt beobachtet worden, daß derselbe in ein Schema gebracht werden konnte (Annalen, Bd. L S. 249), jetzt aber wird nur in einer Anmerkung berichtet, daß *vielleicht* auch der Titanit seine Pole wechsele. Das Eintreten des Polwechsels scheint also nicht so constant und sicher zu seyn, wie es Hr. H. früher annahm; wie es denn auch nicht seyn kann, wenn eine unregelmäßige Wärmebewegung die Bedingung desselben ist. Daß Hr. H. den Namen eines geschätzten Physikers in seine Vertheidigung einmischt, ist nicht zu billigen. Haben wir denn erst zu bemerken nöthig, daß Niemand vor Irrthum sicher ist, und daß eine Prüfungsmethode eine desto längere Uebung verlangt, je ungenauer und unsicherer sie ist? — Hr. Hankel sucht zuletzt noch seine Behauptung durch die bekannte Erfahrung zu unterstützen, daß einige erwärmte Metalle eine Magnetnadel in andern Sinne ablenken, wenn starke als wenn geringe Wärme angewendet wird. Wir führen dies nur an, um wiederholt die Nothwendigkeit zu zeigen, die elektrischen Wirkungen erwärmter Krystalle nicht unter dem Namen Thermoelektricität zusammenzufassen. — Nachdem wir unsere Erfahrungen an stark erhitzten und plötzlich abgekühlten Boraziten mitgetheilt hatten, haben wir unsere Meinung ausgesprochen, daß die anomale Erscheinung nur der Wärmebewegung zugehöre. Wir haben unter dieser Voraussetzung eine Ableitung derselben versucht, und die Gründe angegeben, weshalb nur der Borazit dieselbe bei hoher Temperatur zeigt, und was bei andern Krystallen an die Stelle dieser Erscheinung tritt. Auf Alles

dieses geht Hr. H. nicht ein, er greift eine nebenbei erwähnte Erscheinung an einem beruften Turmalin auf, die mit der an unserm im Schrotbade vollkommen erhitzten Borazite nichts gemein hat, da dieselbe, wie ausdrücklich bemerkt ist, nur bei unvollkommener Erhitzung eintrat. Hr. H. zeigt nun durch eigene Versuche, daß der Ruß die Elektrizität leitet, und daß ein Stück eines Krystalles neben einer in der Flamme erhitzten Stelle sich erwärmt, während diese erkaltet. Das erste gehört zu den bekanntesten Thatsachen der Elektrizität, und das andere konnte uns nicht unbekannt seyn, da unsere in der Abhandlung angegebene Methode, eine Stelle eines Krystalles bei Erwärmung zu untersuchen, allein darauf beruht. Hr. Hankel giebt als Grund der betrachteten Erscheinung am Turmaline an, daß die Elektrizität des sich erwärmenden Krystallstücks durch den Ruß zu dem erkaltenden Stücke hingeleitet wird, was stattfinden muß, wenn der erhitzte Theil des Krystalls kleiner ist als der geschwärzte. Aber wie, selbst in diesem Falle, die Elektrizität des erkaltenden Krystallendes durch die hingeleitete Elektrizität überwunden werden kann, ist nicht angegeben, obgleich Hr. H. an einer andern Stelle die ganz richtige Meinung vertheidigt, daß die Stärke der am Turmaline erregten Elektrizität mit der Geschwindigkeit der Abkühlung und Erwärmung im Verhältnisse stehe. Wir haben deshalb in unserer Abhandlung allein darauf hingewiesen, daß, während die heiße Kohlenschicht erkaltet, die ganze von ihr bedeckte Turmalinfläche, welche die Wärme schlechter als sie leitet, noch einige Zeit erwärmt wird, welches keine willkürliche Annahme, sondern durch längst bekannte Thatsachen erwiesen ist.

Was nun also den von Hrn. Hankel behaupteten Polwechsel ohne Wechsel der Wärmebewegung am Titanit und Borazite betrifft, so ist bis jetzt keine einzige Erfahrung vorhanden, welche denselben als der Pyroelektrizität zugehörend erkennen läßt. Im Gegentheile

sprechen gegründete Vermuthungen dafür, daß die Erscheinung von einer unregelmäßigen Wärmebewegung herrührt. Sollten in der Folge Versuche beigebracht werden, daß vollkommen regelmäßig erwärmte und erkältete Titanite und Borazite constant bei bestimmten Temperaturen ihre Pole ändern, so würden diese Erscheinungen nicht »als zum Wesen der Pyroelectricität gehörig,« sondern als interessante Anomalien in die Wissenschaft aufgenommen, die sonst erprobten Gesetze und darnach eingerichteten Bezeichnungen aber nicht im geringsten geändert werden. Dieß wenigstens ist der Weg, den eine gesunde Physik bisher überall genommen hat.

Hr. Dr. Hankel tadelt, daß wir zwischen brasilianischen und sibirischen Topas keinen Unterschied gemacht haben. Schon die ersten Zeilen unseres Abschnitts über den Topas zeigen, daß wir zu unseren Untersuchungen hauptsächlich brasilianische Topase, als die am stärksten elektrischen, gewählt haben, und die von uns gefundenen Resultate sich auf diese beziehen. Es ist bisher nicht üblich gewesen, Topase verschiedenen Fundortes als verschiedene Krystallarten anzusehen; sollte eine solche Trennung gerechtfertigt werden, so würde die Ueberschrift jenes Abschnittes statt Topas, brasilianischer Topas heißen müssen. Wie Hr. H. unser Resultat an dem senkrecht gegen die Säulenaxe zersprengten Topase hätte voraussehen wollen, ist uns nicht begreiflich. Derselbe giebt nämlich in seiner von ihm selbst angezogenen Abhandlung dem brasilianischen Topase 6 Pole (Ann. Bd. LVI S. 45), wonach die beiden, durch die Spaltung erhaltenen Flächen entgegengesetzt elektrisch, oder (die in der Hauptaxe liegenden Pole verschwindend gedacht) gänzlich unelektrisch hätten seyn müssen. Wir haben sie aber gleichnamig, und zwar analog elektrisch gefunden.

Die Lage der Axen am Axinit halten wir noch nicht für unzweifelhaft festgelegt, wie wir es durch die Au-

gabe, daß die antilogen Pole stets stärker als die analogen gefunden wurden, angedeutet zu haben glauben.

Hr. Hankel spricht sich auf das Bestimmteste gegen die Annahme von central-polarischen Krystallen aus, und erklärt sie sogar *a priori* für unmöglich. Das mag seyn; wir begnügen uns am Prehnit und Topas die Lage der Pole nachgewiesen zu haben, welche die central-polarische Anordnung verlangt. Hr. H. giebt das Grundgesetz, daß jedes Stück eines Krystalls dieselbe Anzahl und Lage der Pole zeige, wie der ganze Krystall. Das in der Abhandlung beschriebene Topasbruchstück, das durch einen Schnitt durch die lange Diagonale gebildet wurde, ist in unserem Besitze. Die stumpfe Seitenkante ist an demselben stark antilog, die Mitte der künstlichen Fläche stark analog elektrisch, die scharfen Seitenkanten sind durchaus unelektrisch. Wir haben hier also eine Richtung durch antiloge und analoge Elektrizität begränzt, die (was Hr. H. nicht läugnen wird) am vollständigen Krystalle durch antiloge und antiloge Elektrizität begränzt war. Es wird ferner für unverträglich mit dem Wesen der Pyroelektrizität gehalten, daß ein Topas in zwei Stücke geschnitten werden kann, von welchen das größere dreipolig, das kleinere zweipolig ist. Ein analoger Fall beweist zwar nichts für die Thatsache, kann aber vielleicht eine unklare Vorstellung berichtigen. Wenn man von einem symmetrisch gestrichenen dreipoligen Magnetstabe ein Stück abschneidet, das kleiner als die Hälfte ist, so erhält man zwei Magnete, von welchen der größere dreipolig, der kleinere zweipolig ist.

Man wird uns nach dem Angeführten nicht zumuthen, daß wir auf die theoretischen Ansichten des Hrn. Dr. Hankel näher eingehen, aber beiläufig wollen wir doch bemerken, daß eine elektrische Axe mit zwei gleichnamigen Polen keinen bestimmten Sinn hat, und daß ein Krystall, der eine solche Axe oder eine beliebige Anzahl solcher Axen besäße, gar nicht pyroelektrisch seyn könnte.

Schließlich bitten wir eine irrige Angabe zu berichtigen, die sich S. 355 Anmerk. unserer Abhandlung befindet. Es ist daselbst das Verfahren, einen Isolator durch eine Flamme unelektrisch zu machen, als von Volta herrührend angegeben; dasselbe ist aber viel älter, und bereits in den *Saggi dell' accademia del Cimento* (Ausgabe *Napoli* 1701, p. 229) beschrieben worden.

Berlin, 7. April 1844.

G. Rose, P. Riefs.

VII. Ueber das Schwefelcalcium; von Heinrich Rose.

Vor einiger Zeit suchte ich zu zeigen, daß die Schwefelverbindungen der Metalle der alkalischen Erden sich nicht unzersetzt in Wasser auflösen, sondern durch dasselbe in Verbindungen von Schwefelwasserstoff mit Schwefelmetall, und in Hydrate der Erden zerfallen, welche, wie beim Schwefelbaryum, sich mit dem Schwefelmetall verbinden können¹⁾. Durch die verschiedene Löslichkeit der entstandenen Producte im Wasser lassen sich dieselben von einander trennen.

Da von den drei alkalischen Erden die Kalkerde die schwerlöslichste ist, so bleibt bei der Behandlung des Schwefelcalciums mit Wasser die größte Menge des gebildeten Kalkerdehydrats unaufgelöst zurück, während das Sulphhydrür aufgelöst wird. Bei den ziemlich bedeutenden Mengen, welche ich zu meinen Versuchen anwandte, konnte ich das Kalkerdehydrat nicht so vollständig auswaschen, daß es gar kein Schwefelcalcium mehr enthielt.

Berzelius hält es für wahrscheinlich, daß die Gegenwart von Kohle, mit welcher das Schwefelcalcium gemengt ist, wenn man es durch Glühen von schwe-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. LV S. 415.

felsaurer Kalkerde mit Kohle bereitet hat, hierbei eine wirksame Rolle spiele, weil Schwefelcalcium, durch Behandlung von gebrannter Kalkerde mit Schwefelwasserstoffgas bei erhöhter Temperatur erhalten, sich anders zu verhalten scheine ¹⁾).

Ich habe indessen unmittelbar nach Bekanntmachung meiner Abhandlung das reinste Schwefelcalcium hinsichtlich seines Verhaltens zum Wasser untersucht, und dasselbe Resultat wie früher erhalten. Ich leitete Schwefelwasserstoffgas über sehr reine Kalkerde, die bis zum Rothglühen erhitzt wurde, so lange, bis kein Wasser mehr gebildet wurde. Das erhaltene Schwefelcalcium, CaS , war von rein weißer Farbe. 0,557 Grm. davon beim Luftzutritt erhitzt, mit Schwefelsäure benetzt und wieder geglüht, gaben 1,049 Grm. schwefelsaurer Kalkerde, was genau, nach dem von Berzelius neu angenommenen Atomgewicht des Calciums, die Menge ist, die jener Menge von Schwefelcalcium entspricht ²⁾. — Dieses Schwefelcalcium mit ausgekochtem Wasser in verschlossenen Gefäßen zu sehr oft wiederholten Malen übergossen, gab zuerst Schwefelwasserstoff-Schwefelcalcium und endlich nur reines Kalkwasser, während Kalkerdehydrat zurückblieb, das bei seiner Auflösung in Chlorwasserstoffsäure keinen Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelte. Es glückte mir nicht, bei meinen Versuchen im Kleinen eine Verbindung von Schwefelcalcium mit Kalkerdehydrat zu erhalten, die bei der Bereitung der Soda sich erzeugen und bei der Behandlung derselben mit Wasser ungelöst zurückbleiben soll, wie allgemein die Sodafabrikanten und mehrere Lehrbücher der Chemie und Technologie angeben.

1) Berzelius Jahresb. 23. Jahrg. S. 111 (der deutschen Uebersetzung).

2) Das neue Atomgewicht des Calciums ist 251,942 (Jahresbericht, 23. Jahrgang, S. 110). Nach dem alten Atomgewicht von 256,019 entsprechen jener Menge von Schwefelcalcium nur 1,044 Grm. schwefelsaurer Kalkerde.

Die Zersetzung des Schwefelcalciums durch Wasser erklärt die Entstehung der nicht unbedeutenden Menge von einer höheren Schweflungsstufe des Natriums, welche man bei der Behandlung der rohen Soda mit Wasser erhält, wenn aus derselben kohlensaures Natron dargestellt werden soll. Da die rohe Soda aus kohlensau-rem Natron und Schwefelcalcium besteht, so entsteht bei der Einwirkung des Wassers auf dieselbe Schwefelwasserstoff-Schwefelnatrium und kohlensaure Kalkerde, durch die Zersetzung des sich auflösenden Schwefelwasserstoff-Schwefelcalciums durch kohlensaures Natron. Das Schwefelwasserstoff-Schwefelnatrium verwandelt sich sehr leicht durch die oxydirende Einwirkung der Luft in eine höhere Schweflungsstufe des Natriums, welche sich in der Mutterlauge des kohlensauren Natrons findet.

Andererseits enthält diese Mutterlauge besonders ätzendes Natron, das durch Einwirkung des aus dem Schwefelcalcium sich erzeugenden Kalkerdehydrats auf die verdünnte Auflösung des kohlensauren Natrons entstehen kann. Wenn sich die höhere Schweflungsstufe des Natriums gebildet hat, so kann sie neben Natronhydrat bestehen, ohne an letzteres selbst bei erhöhter Temperatur den Ueberschuss des Schwefels abzugeben.

VIII. *Zwei neue Kupfer enthaltende Mineralien
aus der Ordnung der Glanze;
von August Breithaupt.*

Das Vaterland dieser neuen Glieder des Mineralsystems ist Chile, doch kann der Fundort nicht näher bezeichnet werden. Hr. Oberhüttenamts-Assessor Ihle brachte sie, jedoch nur in einem Stücke, aus England, wohin sie als Bergwerksproduct zum Verschmelzen verschifft worden,

mit nach Freiberg. Es kommt noch ein drittes schmutzig grünes Mineral mit vor, ein porodisches Gebilde, welches hauptsächlich aus arsensaurem Kupferoxyd bestehen soll, dessen Untersuchung jetzt noch nicht geschlossen ist. Das zweite dieser Mineralien fand ich sodann auch in der Sammlung des Hrn. Berghauptmanns Freiesleben unter den Kupferglänzen von Sangerhausen.

Die chemische Untersuchung der neuen Mineralien hat Hr. Professor Plattner zu übernehmen die Güte gehabt.

Cuproplumbit¹⁾.

Die mineralogischen Eigenschaften desselben sind folgende:

Vollkommen metallisch glänzend.

Farbe: schwärzlich bleigrau, der des Kupferglanzes vollkommen gleich. Strich: schwarz.

Primärform: Hexaëder. Spaltbar: hexaëdrisch, nicht ganz so vollkommen als gemeiner Bleiglanz.

Etwas milde.

Härte $2\frac{3}{4}$ bis $3\frac{1}{4}$.

Leicht zerspringbar.

Specifisches Gewicht = 6,408 bis 6,428.

Von allen Mineralien, welche dem gemeinen Bleiglanze nahe stehen, ist dieses das leichteste. Zur Zeit nur in derben Massen bekannt, umhüllt von der Substanz, welche sogleich unter dem Namen Digenit beschrieben erscheint.

Hr. Professor Plattner fand das folgende chemische Verhalten:

»In einer, an beiden Enden offenen Glasröhre schmilzt er, ohne vorher zu decrepitiren, unter Aufwallen, und giebt schweflige Säure aus.«

»Auf

1) Oder, in dem dritten, jetzt im Drucke befindlichen Bande meines Handbuchs der Mineralogie, Galena cuproplumbea.

»Auf Kohle schmilzt er leicht, und beschlägt dieselbe dabei mit Bleioxyd und schwefelsaurem Bleioxyd. Wird etwas Soda zugesetzt, so scheidet sich ein Metallgemisch von Blei und Kupfer aus, während das sich bildende Schwefelnatrium in die Kohle geht. Der weitere Verfolg der Untersuchungen zeigte, daß das Mineral nur aus Schwefelblei, Schwefelkupfer und Schwefelsilber besteht; durch quantitative Löthrohrproben wurden aufgefunden: 64,9 Proc. Blei, 19,5 Proc. Kupfer und 0,5 Proc. Silber. Der Verlust an 15,1 kommt auf den Schwefel.«

Berechnet man hiernach die Schwefelmetalle, so ist die Mischung:

Schwefelkupfer	24,45
Schwefelblei	74,98
Schwefelsilber	0,57
	<hr/>
	100

oder $2\text{Pb} + \text{Cu}$, woraus sich die Wahl des Namens erklärt. In der Mischung ist jedenfalls Schwefelsilber mit Schwefelkupfer, wie bekannt, isomorph. Aber Schwefelsilber ist auch mit Schwefelblei isomorph, da Silberglanz und Bleiglanz hexaëdrisch spalten, folglich auch, wie namentlich obiges Beispiel lehrt, Schwefelblei mit Schwefelkupfer.

2) Digenit.

Die mineralogischen Charaktere sind folgende:

Metallisch glänzend bis wenig glänzend, im Striche glänzender werdend.

Farbe: schwärzlich bleigrau, in der mehr glänzenden Abänderung lichter, als in der weniger glänzenden. Strich: schwarz.

Derbe Gestalt. Bruch: muschlig, zur Zeit ohne Spur von Spaltbarkeit.

Sehr milde.

Härte $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$. Nicht sonder schwer zerspringbar.

Specifisches Gewicht: 4,568 der von Sangerhausen in Thüringen, 4,680 der aus Chile.

Die erste Abänderung des Digenits lernte ich als Hülle des Cuproplumbits aus Chile kennen, die zweite findet sich zu Sangerhausen in Thüringen ¹⁾ mit gemeinem Kupferglanze, sitzt auf Krystallen desselben auf, und zeichnet sich durch etwas lichtere Farbe und durch eine scharfe Gränze bei der Verwachsung aus. Beide Abänderungen dunkeln beim Anlaufen und nehmen dann Blau in die Farbenmischung auf.

Das chemische Verhalten ist, nach Hrn. Prof. Plattner, wie folgt:

»In einer an dem einen Ende zugeschmolzenen Glasröhre giebt das Mineral Spuren von Schwefel und Wasser aus. In einer an beiden Enden offenen Glasröhre giebt es schweflige Säure in Menge. Auf Kohle schmilzt es ganz wie Schwefelkupfer, und verbreitet einen starken Geruch nach schwefliger Säure.

Nach quantitativen Löthrohrproben enthält es:

70,20 Kupfer

0,24 Silber

und der Verlust 29,56, ist als Schwefel mit Einschluss einer Spur von Wasser anzusehen. Diesem nach ist die Mischung als eine Verbindung von Cu, d. i. Kupferglanz mit Cu, d. i. Kupferindig ²⁾ zu betrachten.

1) Dieser Fundort liefert also: Kupferglanz, Kupferindig und Digenit, oder \dot{C} , \dot{C} und $2\dot{C} + \dot{C}$.

2) Noch scheint es wenig bekannt zu seyn, dass der *Kupferindig* zu Leogang in Salzburg in deutlichen niedrigen *hexagonalen Prismen mit Basis krystallisirt* vorgekommen ist. Auch von Sangerhausen kenne ich ihn undeutlich strahlig-bläutrig. Jene Krystallisation erinnert uns an dieselbe Gestalt anderer einfacher Sulphurete, z. B. des Magnetkieses, Gelbnickelkieses und des Greenockits.

$\text{Cu} + 2\text{Cu}$ würde aus 70,77 Kupfer und 29,23 Schwefel bestehen, und das Mineral darf wohl mit dieser Formel bezeichnet werden. Darauf bezüglich ist auch der Name gebildet von *δευνης*, d. i. von zweifacher Abkunft, von zweifachem Geschlechte.

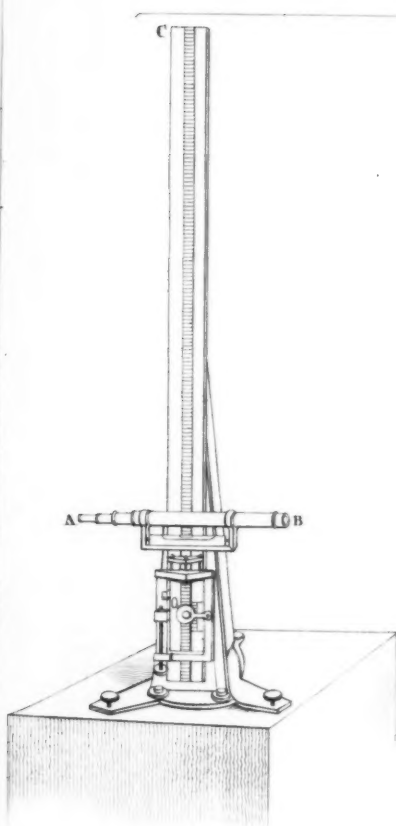
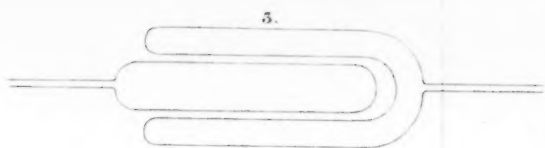
IX. Notizen.

1) *Fundort des Cubans*. — »Erst jetzt habe ich den Fundort des Cubans ganz richtig erfahren können« — schreibt mir Hr. Prof. Breithaupt —; »er heißt Bacuranao, drei Stunden von der Havana, auf der Insel Cuba. Ich bitte hievon Notiz in Ihren Annalen zu geben.« P.

2) *Meteor-Eisen in Ungarn*. — Hr. W. Haidinger berichtet in der Wiener Zeitung vom 17. Apr. d. J., daß man bei Schürfung auf Eisenstein auf dem Szlaniczter Terrain, im Gebirge Magura, an der Oberfläche Meteor-Eisen in so großer Quantität gefunden habe, daß man seine Benutzung in technischer Hinsicht beabsichtigt. Hr. v. Pettko, Prof. der Mineralogie und Geognosie in Schemnitz, wird sich nach dem Fundort begeben und einen Bericht darüber abstaten. Das Stück, welches Hr. Haidinger erhielt, wiegt 14 Loth, und war augenscheinlich lange der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt. Das Eisen zeigt im Großen ein länglich körniges Gefüge. Die einzelnen Körner bestehen aus homogenem Eisen, sind mit braunem Eisenoxydhydrat überzogen, und zwischen denselben liegen dünne, lichtstahlgraue metallische Blättchen, zum Theil dreiseitig, mit glänzender, nicht oxydierter Oberfläche. In den Höhlungen der äußersten, braunen Rinde bemerkte Hr. Haidinger, wohl als ein sehr neues Product, kleine Kry-

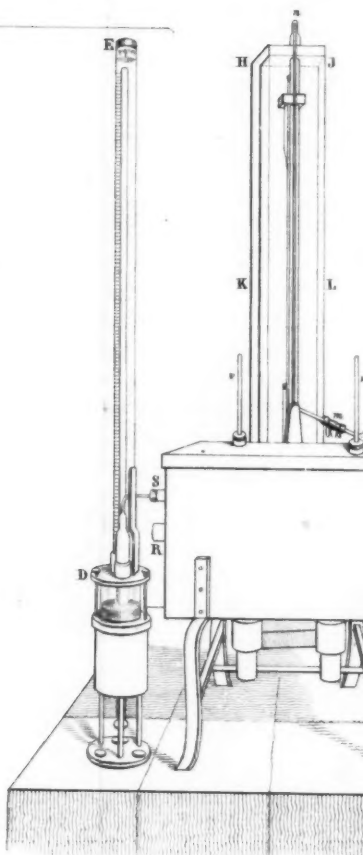
stalle von Vivianit. Auf einer schwach geätzten Fläche treten die Umrisse der Körner, innerhalb derselben die in parallelen Richtungen liegenden Kanten der krystallinischen Structur hervor, welche die Lage der Widmanstätten'schen Figuren haben. Uebrigens sieht man die krystallinische Structur auch schon im Bruche der hin und wieder durch Oxydation ziemlich leicht trennbaren Theile. Eine kleine derbe Masse von Schwefelkies unterscheidet sich in dem Eisen durch ihre Farbe und Sprödigkeit; auch wurde der Schwefelgehalt durch Glühen constatirt. Hr. General-Land- und Haupt-Münzprobirer Löwe stellte in einem vorläufigen Versuche das Nickel, sowohl als apfelgrünes Nickeloxydhydrat, wie auch in dem Zustande des schwarzen Schwefelnickel-Niederschlags dar, und ist nun mit einer ausführlichen Analyse beschäftigt. (*Allg. Preuss. Zeit.* 1844, N. 115.)

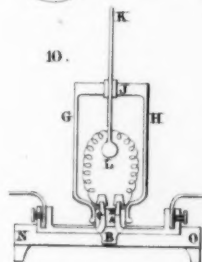
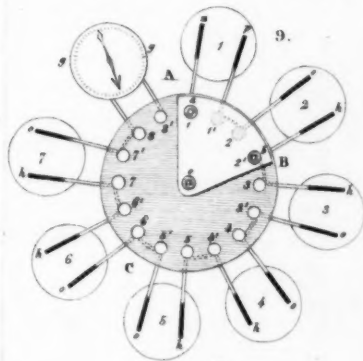
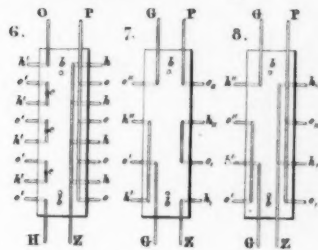
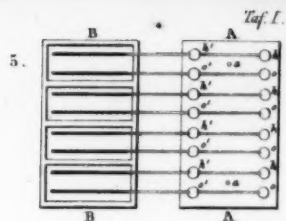
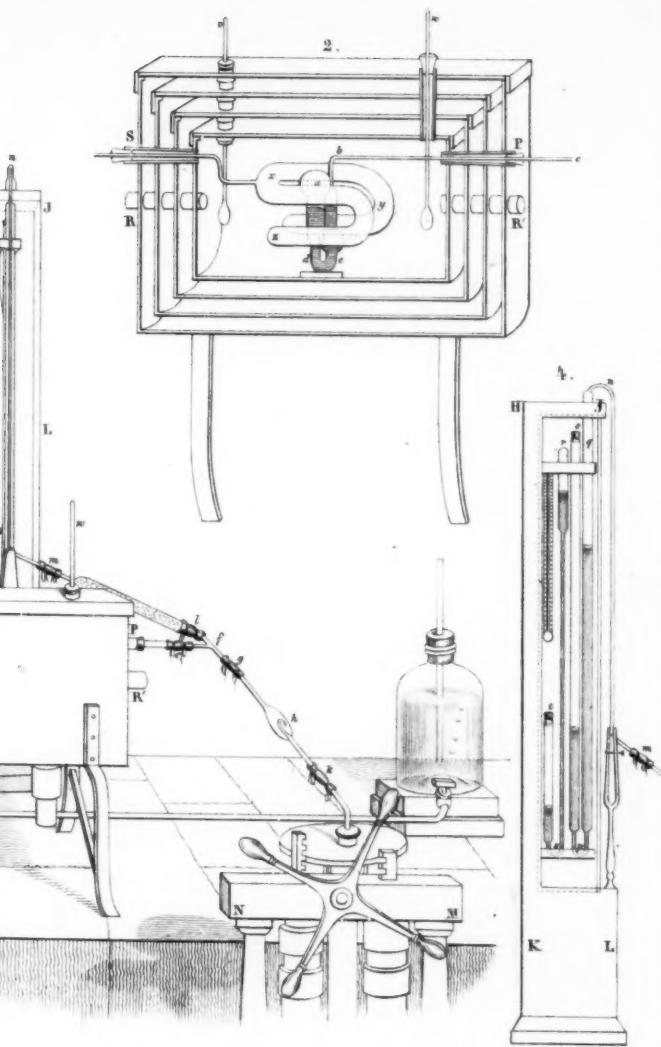
Einen ganz ähnlichen Fund hat man vor einigen Jahren in Rußland gethan, nämlich in den Goldlagern von Petropawlowsk, im Bezirk des Mrasa-Flusses (52°, 7 N. und 85°, 7 O. Paris) am Altai. Dort, in einer Tiefe von 31,5 engl. Fufs, in der untersten Schicht jenes Lagers, auf einem aus dickschiefrigem Kalk bestehenden Flötze, wo schon früher Stückchen gediegenen Eisens vorgekommen, fand sich eine 17½ Pfund schwere Eisenmasse von unregelmässiger Gestalt, überzogen mit einer dünnen Rinde von Brauneisenstein. Ihr spec. Gewicht betrug 7,76. Eine damit angestellte Analyse ergab als Bestandtheile im Hundert 97,29 Eisen und 2,07 Nickel. Von Kohle, die man durch Behandlung desselben sowohl mit Kupferchlorid als mit Silberchlorid nachsuchte, fand sich keine Spur. Die Masse war also Meteor-Eisen. (Erman's Archiv f. wissenschaftliche Kunde von Rußland, Bd. I S. 314, aus Sokolowskji's Aufsatz im *Gorny Jurnal*, 1841, Juli.)

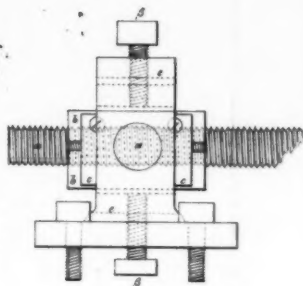
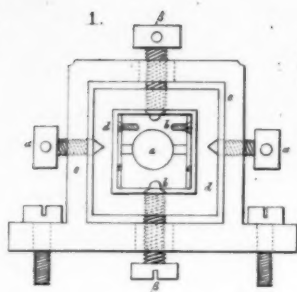


12 Zoll.

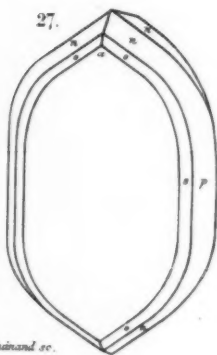
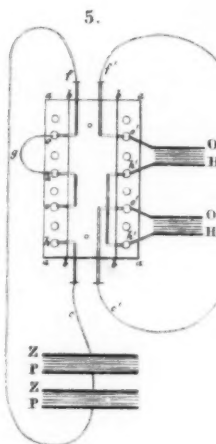
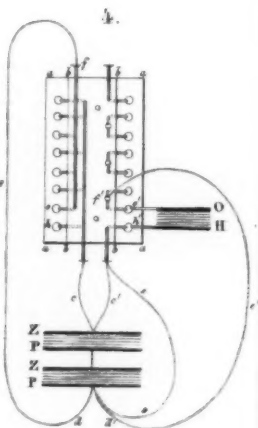
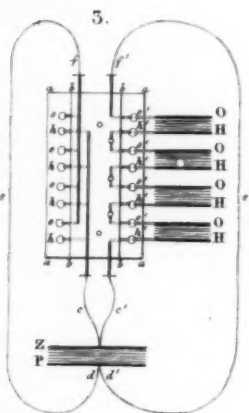
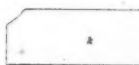
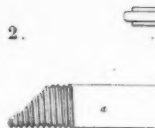
Guinand sc.







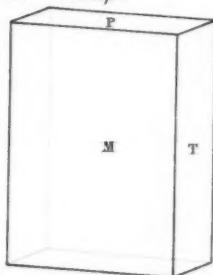
2.



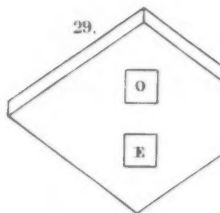
diamond sc.

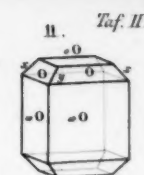
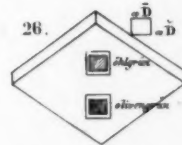
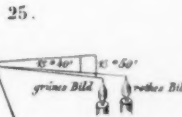
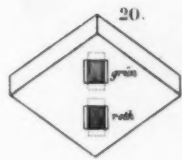
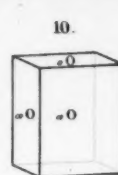
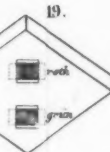
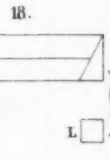
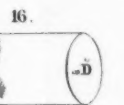
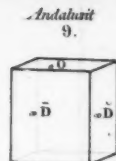
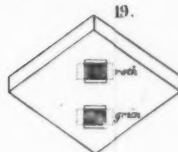
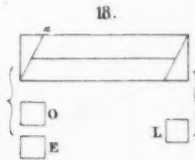
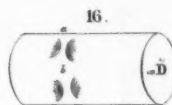
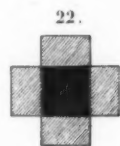
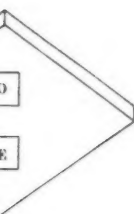
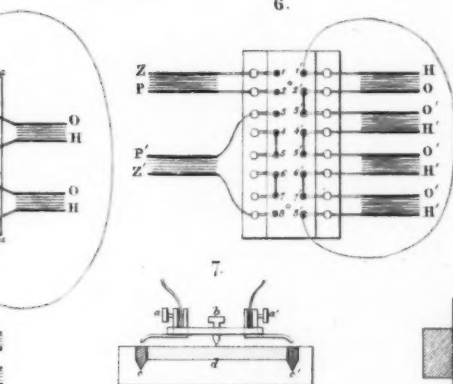
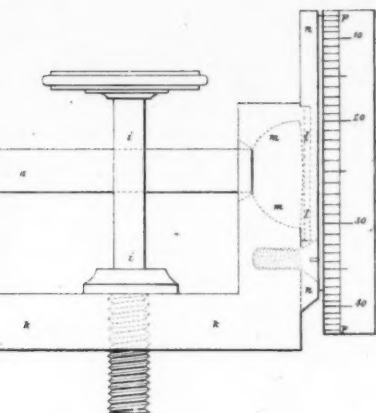
28.

Diaspor

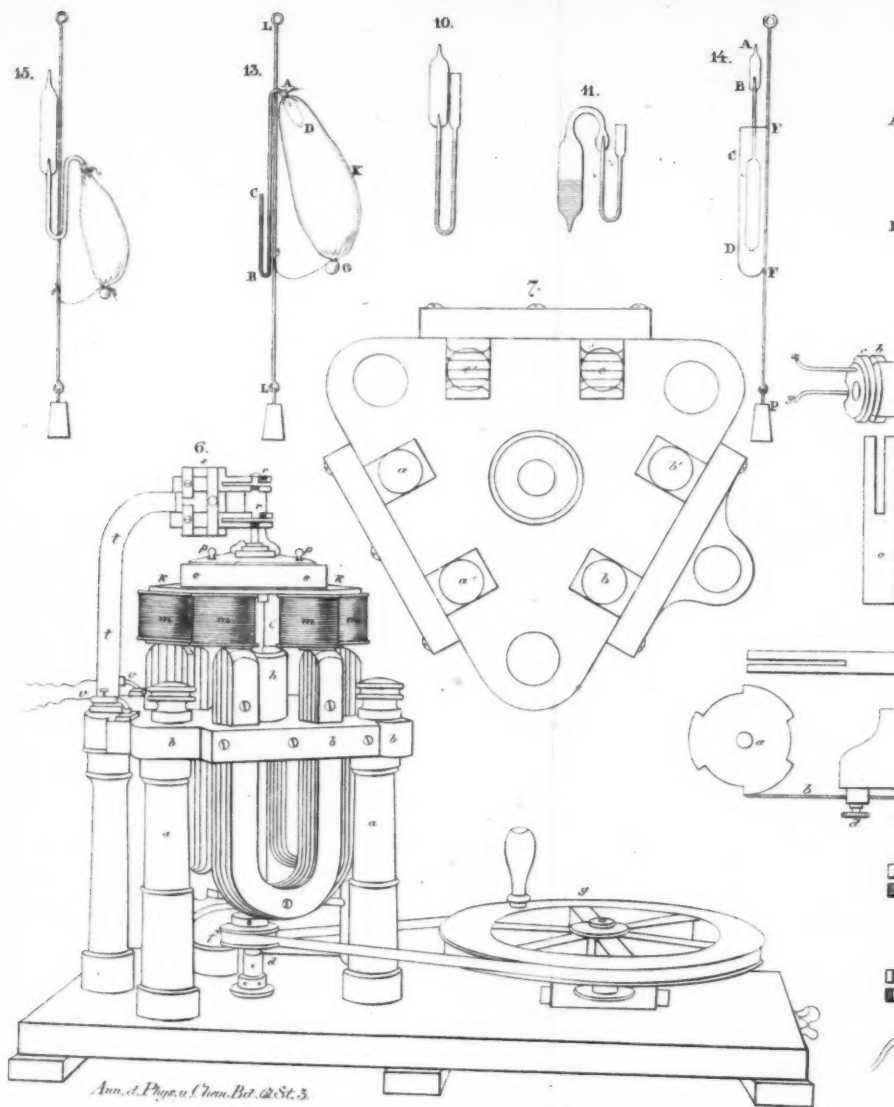


29.

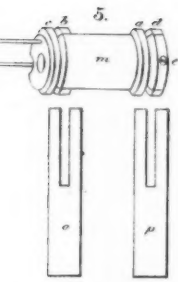




Taf. II.



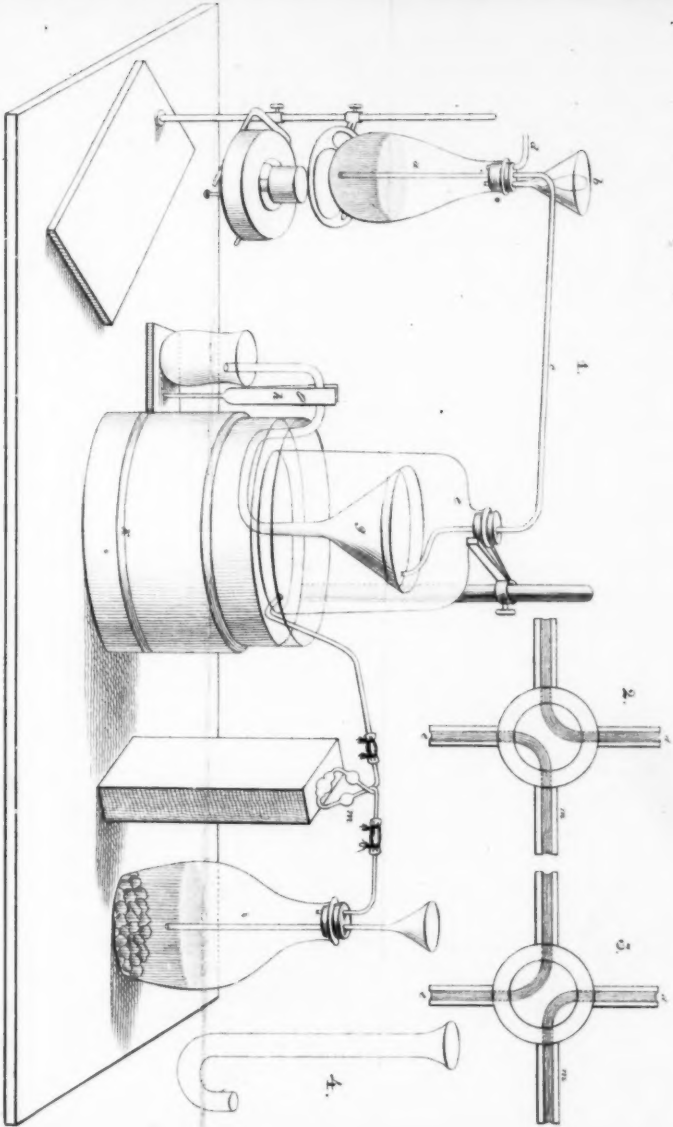
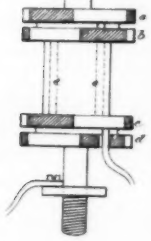
12.

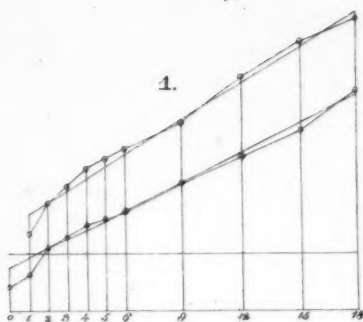


9.

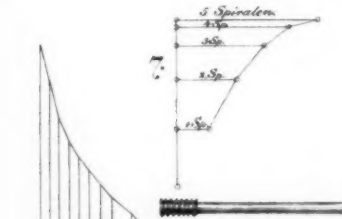
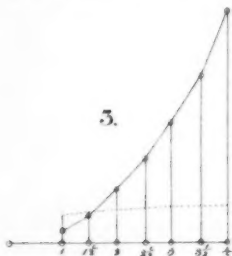
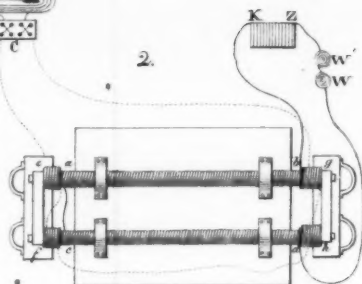


8.

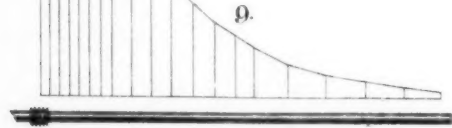
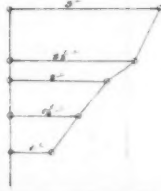




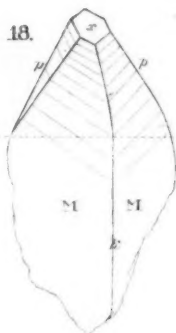
2.



8.



18.



Einheit m.

